



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“Evaluación del diseño sismorresistente aplicando un análisis
sísmico no lineal de un edificio multifamiliar, San Juan de
Lurigancho, 2020”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil**

AUTOR

Tinipuclla Gutierrez, Alvaro Johnny (ORCID: 0000-0002-1017-4114)

ASESOR

Mg. Pinto Barrantes, Raúl Antonio (ORCID: 0000-0002-9573-0182)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Diseño sísmico y estructural

LIMA – PERÚ

2020

Dedicatoria
A Leonardo Gutierrez Alcalde
y Brigida Maco Carrera, por la
educación y valores en mi
formación ética y profesional.

Agradecimiento

A Carlos, Marlene y Monica Gutierrez por el apoyo incondicional para lograr mis objetivos universitarios, a los ingenieros Raul Pinto y Benjamin Mauricio por sus asesorías, observaciones y consejos para llevar a cabo la presente, y por último a Johnny Tinipuclla Cuya por su apoyo y consejos como amigo y padre.

Índice de contenidos

Dedicatoria.....	II
Agradecimiento.....	III
Índice de contenidos.....	IV
Índice de tablas	V
Índice de figuras.....	VI
Abstract.....	VIII
I. INTRODUCCIÓN	2
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA.....	12
3.1. Tipo y diseño de investigación	12
3.2. Variables y operacionalización.....	13
3.3. Población y muestra	15
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	16
3.5. Procedimientos.....	17
3.6. Método de análisis de datos.....	24
3.7. Aspectos éticos.....	26
IV. RESULTADOS	27
V. DISCUSIÓN	32
VI. CONCLUSIONES	36
VII. RECOMENDACIONES	37
REFERENCIAS	
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1: Categoría de uso de la edificación	18
Tabla 2: Parámetros de perfil de suelo.....	19
Tabla 3: Parámetros de periodo sísmico	19
Tabla 4: Sistemas estructurales	20
Tabla 5: Restricción de coeficiente de reducción	20
Tabla 6: Limite de desplazamiento máximo	22
Tabla 7: Nivel de desempeño de una estructura	24
Tabla 8: Desplazamientos objetivos - nivel de desempeño.....	24
Tabla 9: Derivas en eje x	28
Tabla 10: Derivas en eje y	28

Índice de figuras

Figura 1: Consideraciones sismorresistentes	3
Figura 2: Resistencia de una edificación	9
Figura 3: Elementos estructurales de una edificación	9
Figura 4: Modelo de análisis sísmico no lineal.....	10
Figura 5: Rotulas plásticas en una estructura.....	11
Figura 6: Mapa de zonificación sísmica	18
Figura 7: Cortante basal de una estructura	21
Figura 8: Formula del coeficiente de distribución de fuerzas laterales.....	22
Figura 9: Curva de capacidad de una estructura.....	23
Figura 10: Vista 3D del edificio multifamiliar.....	27
Figura 11: Rotulas plásticas en eje x e y	28
Figura 12: Rotulas plásticas.....	29
Figura 13: Método pushover eje x.....	30
Figura 14: Curva de capacidad de la estructura eje x	30
Figura 15: Método pushover Eje y	31
Figura 16: Curva de capacidad de la estructura eje y	31
Figura 17: Resultado de derivas eje x	32
Figura 18: Resultado de derivas eje y	32
Figura 19: Resultado de derivas eje x	33
Figura 20: Resultado de derivas eje y	33

Resumen

La presente investigación presenta como objetivo principal evaluar el diseño sismorresistente del edificio multifamiliar aplicando el análisis sísmico no lineal, por el método Pushover. La metodología Pushover analiza la resistencia de una estructura a través de un análisis de fuerzas horizontales incrementales que se ejerce a una edificación, provocando que esta ingrese al estado no lineal con la finalidad de determinar su nivel de desempeño durante un evento sísmico.

La investigación es aplicada, se evaluará el diseño de la estructura a través de normas, diseño no experimental porque no se modificará ningún parámetro de la estructura y nivel explicativo porque se procederá a detallar el análisis no lineal en la estructura.

Los resultados obtenidos fueron las derivas o desplazamientos laterales, la identificación de rotulas plásticas en vigas y columnas y el nivel de desempeño sísmico de la estructura; llegando a la conclusión que el análisis estático no lineal Pushover me permite evaluar mediante la norma ATC – 40, FEMA 440 y SEAOC el diseño sismorresistente del edificio multifamiliar analizado por la norma E.030 y determinar el estado que está presente durante un siniestro.

Palabras claves: Análisis estático no lineal – Método Pushover, Diseño sismorresistente – Rotulas plásticas – nivel de desempeño – derivas

Abstract

The present investigation has a finality to evaluate the earthquake-resistant of a multifamily building apply to not linear seismic analysis, (by the pushover method.) The methodology pushover analyzes the resistance of a structure through an analysis of forces incremental horizontal that is performed to an edification, producing that it enters the not linear state with the purpose to determine its level of performance during a seismic event.

The research is applied, Structure design will be evaluated due to the rules, non-experimental design because the parameter of the structure will not be modified and the explanatory level because it will produce to detail the not-linear analysis in the structure.

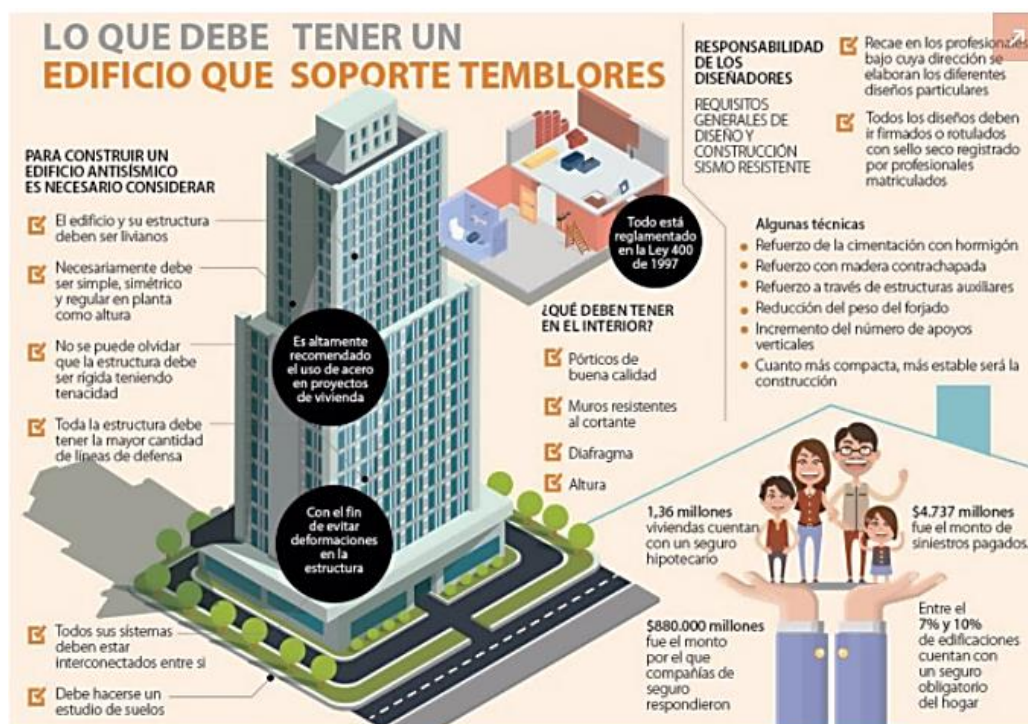
The obtained results were the drifts or lateral displacements, the identification of plastic kneecaps in beams, columns and the level of seismic achieve of the structure; concluding that not-linear static analysis allows me to evaluate using the norm ATC-40, FEMA 440 and SEAOC seismic-resistant design of the multifamily building analyzed by E.030 norm and determines the state that is present during a sinister.

keywords: static the analysis notlineal - pushover method - seismic-resistant design - plastic kneecaps - performance level - drift

I. INTRODUCCIÓN

Ante la presente realidad problemática, “Los movimientos telúricos no tienen límites fronterizos en el continente sudamericano, la convergencia de placas afecta con alta intensidad a los países ubicados en dicho continente”. (Ramos, 2017, p.1). Además “Los terremotos son eventos sísmicos que aparecen en la zona terrestre del mundo. Estos siniestros, que se presentan inesperadamente en zonas habitadas, han causado grandes pérdidas de vidas y propiedades”. (El – Betar, 2018). Esto es debido a que “El Perú, ubicado en la subducción de las placas de nazca y placa de Sudamérica, zona del anillo de fuego, donde ocurren los eventos sísmicos más frecuentes a nivel mundial, más del 80% especialmente en Sudamérica, por esta razón nuestro país está comprometido a fenómenos naturales tales como los sismos ya sea en mar o tierra y activación de volcanes. (Lloclla, 2015, p.3). En una entrevista a la Dra. Sandra Santa Cruz, especialista en ingeniería sismorresistente, acerca del terremoto ocurrido en Coquimbo (Chile) con una magnitud de 8.4, por parte de Maeshiro (2015), nos dice que “Un terremoto de igual o mayor intensidad sucediera en Lima, que es posible, según nuestras normativas las edificaciones presentaran un buen desempeño, las que fueron construidas formalmente, en cambio, el problema principal radica en zonas donde existen construcciones informales, alto porcentaje de autoconstrucción o estructuras asentadas en suelos de mal estado, pero eso solo se sabrá cuando ocurra un terremoto”. La norma peruana E.030 Diseño Sismorresistente, del Reglamento Nacional de Edificaciones, ha sido modificada con el paso del tiempo con la finalidad que las estructuras presenten una buena resistencia evitando llegar a colapsar durante un evento sísmico como se aprecia en la figura 1. Sin embargo la norma no determina el nivel de desempeño de la estructura ni el estado en que se encontrara después del siniestro, si podrá ser habilitada, si requiere un refuerzo o en una situación crítica de colapso; por ello se debe recurrir a la norma de la Applied Technology Council ATC – 40, The Structural Engineers Association of California - SEAOC Vision2000 y la American Society of Civil Engineers ya que presentan una metodología más cercana a la realidad, denominada análisis estático no lineal, el cual se modela a las estructuras bajo fuerzas sísmicas para determinar la respuesta de una estructura frente a un terremoto.

Figura 1: Consideraciones sismorresistentes



Fuente: La República (2017)

Las edificaciones multifamiliares presentan el mayor porcentaje de obras en el sector construcción, siendo un boom actual en los distritos jóvenes como Comas, Puente Piedra, San Juan de Lurigancho entre otros para brindar habilitaciones a las personas, sin embargo, estas viviendas, generalmente aporricadas, diseñadas bajo la norma E.030, serian una bomba de tiempo si al evaluarse bajo el análisis estático no lineal presenta un nivel de colapso frente a un sismo, entonces nos formulamos la siguiente pregunta. ¿Qué parámetros evalúa el análisis sísmico no lineal en el diseño sismorresistente de un edificio multifamiliar, distrito de San Juan de Lurigancho – 2020?, a su vez se presenta como problemas específicos: ¿Las derivas exceden el límite de desplazamiento máximo?, ¿Qué elementos estructurales fallan al aplicar el análisis sísmico no lineal en el edificio multifamiliar, San Juan de Lurigancho – 2020?, ¿Cuál es el desempeño sísmico del edificio multifamiliar, San Juan de Lurigancho – 2020? Para justificar la presente investigación, Méndez (2007, p.92) menciona que “la justificación explica el propósito de la investigación, gracias a un amplio estudio de conocimientos previos”, por tal motivo esta tesis busca evaluar el diseño sismorresistente de la norma E.030 (2018) aplicando el método tradicional Pushover del AENL bajo los lineamientos de la norma ATC – 40, SEAOC

Vision2000 y ASCE tomando como modelo un edificio multifamiliar de seis niveles, ubicado en el distrito de San Juan de Lurigancho. Esta presenta como justificación teórica, los conceptos de diseño sismorresistente y análisis sísmico no lineal para comprender el comportamiento del edificio ante un siniestro, con el fin de reportar su nivel de desempeño sísmico a los ocupantes por seguridad. Así mismo como justificación metodológica, las herramientas a usar como el software Etabs y hojas de cálculo Excel, para factibilidad de aplicar el diseño sismorresistente de las normas E.030, ATC – 40, SEAOC y ASCE. La presente tiene como objetivo general: Evaluar el diseño sismorresistente del edificio multifamiliar aplicando un análisis sísmico no lineal, San Juan de Lurigancho – 2020. Así mismo como objetivos específicos: Determinar si las derivas exceden el límite de desplazamiento sísmico del edificio multifamiliar, también qué elementos estructurales fallan al aplicar el análisis sísmico no lineal y el nivel de desempeño sísmico del edificio multifamiliar, San Juan de Lurigancho – 2020, por lo que se prevé como hipótesis general que el análisis sísmico no lineal verifica el diseño sismorresistente del edificio multifamiliar, San Juan de Lurigancho – 2020 y presenta como hipótesis específicas que el análisis sísmico no lineal verifica que las derivas no exceden el límite de desplazamiento del edificio multifamiliar, identifica que elementos estructurales fallan en el edificio multifamiliar y determina que el edificio multifamiliar presenta un nivel operacional, este último se estima que según los lineamientos de la norma E.030 y evaluación sísmica no lineal, la estructura siga en funcionalidad para los usuarios que la habitan.

II. MARCO TEÓRICO

Como **antecedentes internacionales**, se presenta a Hakim, Alama, Ashour (2014, p.5) en su investigación “Seismic assessment of an RC building using pushover analysis” presenta como **objetivo principal**: determinar el rendimiento de la estructura ante cargas sísmicas inesperadas. Arabia Saudita presenta un riesgo sísmico bajo o moderado, sin embargo, la mayor parte de edificios están diseñados para resistir cargas de gravedad, pero no cargas externas. Como **justificación** proponen analizar bajo el método Pushover una estructura bajo dos escenarios, uno considerando cargas de gravedad según norma de su país SBC – 301 y otro considerando cargas de gravedad y horizontales propuesta por la nueva norma SBC – 301 referenciada por la norma ATC – 40. **Concluyen** que la estructura diseñada bajo su norma, por gravedad, se encuentra inadecuada y riesgo a colapsar, en cambio el edificio evaluado bajo la nueva norma satisface un nivel de desempeño sísmico de ocupación inmediata según criterio de la ATC – 40. De igual manera Sapkota (2018, p.5), en su tesis “Seismic capacity evaluation of reinforced concrete buildings using pushover analysis” presenta como **objetivo principal** utilizar los principios del análisis Pushover para dos estructuras, un edificio residencial y otra colapsada producto de un terremoto, para estudiar su comportamiento bajo carga sísmica. El autor **justifica** su tesis analizando las estructuras mencionadas con la norma de Nueva Zelanda y el análisis estático no lineal de la ATC – 40. **Concluye que** los resultados obtenidos fueron demanda de empuje y aparición de rotulas plásticas, primero que el edificio residencial requiere de reforzamiento en columnas y vigas porque sufren de deformaciones y son puntos críticos de colapso ante un sismo; asimismo el análisis sísmico no lineal determino que la causa del edificio colapsado fue una baja resistencia por parte de las columnas generando rotulas plásticas y desplazamientos excesivos. De igual manera, Valencia (2012, p.6) en su tesis “Análisis del método modal Pushover y su incidencia en el cálculo de pórticos de hormigón armado en el cantón de Ambato” tiene

como **objetivo principal**: “Aplicar el método modal Pushover para determinar los resultados en el análisis de pórticos de concreto armado”. Este **justifica** que mediante el método Pushover se determinó el desempeño sísmico del almacén de 8 pisos ejerciendo cargas incrementales en la estructura, obteniendo como resultados las deformaciones de los elementos que sufren dichas cargas. **Concluye** que el desempeño sísmico de la estructura es preventivo, significa que la estructura perderá gran resistencia y rigidez presentando deformaciones sin embargo soportará un sismo. También Álvarez y Ruiz (2016, p.35) en su investigación “Análisis no lineal Pushover de un edificio público de 5 pisos rigidizado mediante pórticos espaciales dúctiles de hormigón armado”, presenta como **objetivo principal**: Determinar los niveles de desempeño aplicando el AENL, por la metodología del espectro de capacidad. Los autores **justifican** sus tesis presentando un modelamiento del edificio por medio del método Pushover según la norma NC46:2014 y la norma ATC-40. **Concluye que**, el edificio presenta, según la curva de capacidad un nivel de ocupación inmediata durante un evento sísmico y recomienda reforzamiento en algunos elementos estructurales. Por último, Duarte, Martínez y Santamaría (2017, p.27) su tesis “Análisis estático no lineal (Pushover) del cuerpo central del edificio de la facultad de medicina de la Universidad de El Salvador”. Presenta como **finalidad**: Aplicar el método tradicional Pushover para la evaluación del almacén de la edificación de medicina. Su **justificación** de los presentes es evaluar la infraestructura por medio del software sap2000 y las normas de construcción de El Salvador y la norma ATC – 40. **Concluye** que la estructura presenta, el nivel de seguridad de vida, después de un terremoto, los componentes estructurales del edificio presentaran daños moderados tanto perdida de rigidez como también requiere reforzamiento en las estructuras. Ahora como **antecedentes nacionales**, Navarro y Fernández (2006, p.5) en su proyecto de investigación: “Desempeño sísmico de un edificio aporticado de seis pisos diseñado con las normas peruanas de edificaciones. Lima, Perú,

2006”. Presenta como **finalidad**: Evaluar el nivel de desempeño de una edificación de seis niveles diseñado con las normas peruanas. Como **justificación** los investigadores emplearon las normas peruanas de sismorresistencia E.030 y concreto armado E.060, para determinar el nivel de desempeño se basan en los conceptos del Comité Visión 2000, norma del SEAOC, para el análisis estructural se aplicó el método Pushover. **Concluyen** del análisis que el edificio presenta una resistencia y ductilidad aceptable, además durante un evento sísmico el edificio presenta un desempeño funcional. De igual manera Vergara y Zevallos (2014, p.3) en su tesis “Análisis sísmico por desempeño estático no lineal de un edificio de 6 niveles en la ciudad de Trujillo, La Libertad. 2014” presenta como **finalidad**: Aplicar el método Pushover y desempeño sísmico a un edificio de 6 pisos. **Justifican** que el edificio a modelar se hará mediante el análisis estático no lineal y será evaluado bajo las normas ATC – 40 y FEMA – 356, como también la norma E.030 diseño sísmico. **Concluyen** que el edificio evaluado por el método Pushover determina que el desplazamiento máximo se ubica en el rango inelástico, aun así, presenta un diseño operacional; estos datos obtenidos fueron corroborados por el ATC – 40 y FEMA 356. Así mismo Sánchez (2018, p.8) en su tesis “Evaluar el desempeño sísmico de la edificación esencial, mediante la metodología no lineal estática”, su **finalidad principal** es: Aplicar el análisis estático no lineal para determinar el nivel de desempeño del edificio para dos tipos de sismo, de diseño y máximo”. El investigador **justifica** la aplicación el análisis sísmico no lineal estático bajo referencia de la norma E.030 2018 y ATC – 40 a la edificación esencial, hospital de Chiclayo oeste. **Se concluye** que la estructura, bajo el método Pushover presenta un desempeño funcional para los dos tipos de sismo. También Chávez (2017, p.5) en su tesis “Evaluación del desempeño sísmico mediante un análisis no lineal estático del módulo II, del bloque D, del hospital Carrión – provincia de Huancayo – región Junín” la **finalidad principal** es: aplicar mediante el software sap2000, el método Pushover para determinar el nivel de desempeño del módulo II, bloque D, del hospital Carrión. Como **justificación**, el análisis se hizo en

base a la norma ATC – 40 y E.030 2016, **Concluye** que la estructura no necesita reforzamiento en sus elementos estructurales ya que estos resisten a las fuerzas incrementales modeladas en el software, se encuentra en un desempeño funcional. Por último, Correa (2019, p.4) en su tesis: “Análisis estático no lineal aplicado al diseño sismorresistente del bloque N° 02 de aulas del Colegio Militar Elías Aguirre – Chiclayo” la finalidad principal de la presente investigación es “evaluar el diseño sismorresistente del bloque N° 02 de aulas del Colegio Militar a través del análisis Pushover. Presenta como **justificación** evaluar la estructura por medio de la metodología no lineal de la ATC – 40 para determinar las posibles fallas que puedan ocurrir durante un sismo. **Se concluye** que, la estructura se encuentra en el nivel totalmente operacional y el análisis Pushover verifica el diseño sismorresistente de la estructura.

Las teorías respecto a la presente tesis, primero una estructura es el armazón de toda edificación, encarga de soportar las cargas que actúan sobre él, proporcionando la estabilidad necesaria para que el edificio no sufra un colapso durante un evento sísmico, así mismo un **Diseño Sismorresistente**, parte de la ingeniería estructural que analiza las estructuras, sea cual sea su categoría de uso, su resistencia, rigidez y comportamiento estructural durante y después de un movimiento telúrico; la aplicación del diseño sismorresistente de estructuras en Perú se restringe bajo la norma de diseño sísmico E.030 del R.N.E. De acuerdo con Villarreal (2013, p.31) “Analiza, verifica y determina el comportamiento estructural de las edificaciones ante fuerzas sísmicas, esencialmente terremotos, con el fin de garantizar seguridad y correcto comportamiento del edificio para bienestar de los usuarios”. De igual manera **la resistencia y rigidez**. Toda estructura para presentar estabilidad debe tener lo siguiente, la resistencia, es la capacidad que tienen los componentes de una estructura de soportar cargas, estas cargas generan esfuerzos internos en el componente, y estos deben tener la resistencia máxima para evitar fallas, como fisuras, o mayor aun, que colapse la estructura; La rigidez, es la capacidad que tienen los componentes de una estructura de resistir los esfuerzos oponiéndose a

los desplazamientos excesivos o deformaciones que sufran estos. Estas atribuciones son primordiales en toda estructura, ya que garantiza el colapso de esta, y más aún evitar muertes de las personas que la habitan.

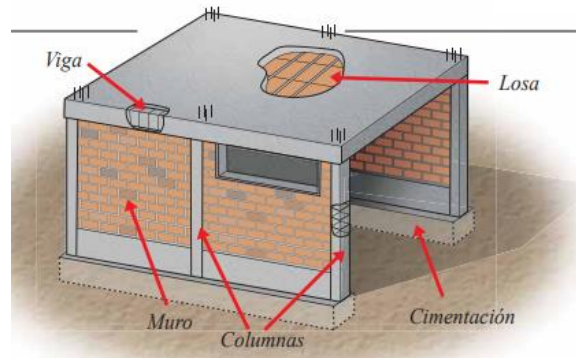
Figura 2: Resistencia de una edificación



Fuente: Calcina (2015)

Los elementos estructurales conforman una estructura, entre ellos tenemos losas según Blanco (1994, p.15). “Elementos estructurales que permiten la existencia de niveles, y separación de estas, en una edificación”. Para edificaciones multifamiliares, tradicionalmente se utilizan losas aligeradas en vez de macizas, por lo que la resistencia a la distribución de cargas por parte del aligerado es suficiente, de igual manera las Vigas, Según Blanco (1994, p.25) “Son elementos estructurales en sentido horizontal que reciben cargas de niveles superiores, y las transmiten a otros elementos sean las columnas o muros estructurales” y por ultimo las columnas, Según Blanco (1994, p.30) “Elementos estructurales en sentido vertical, que reciben las cargas de las losas y vigas que finalmente serán transmitidas a las zapatas o cimentación, asimismo hacen facultad que un edificio presente varios niveles”.

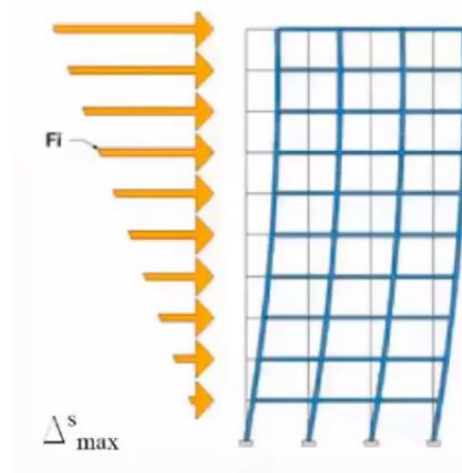
Figura 3: Elementos estructurales de una edificación



Fuente: Manual aceros Arequipa (2018)

El análisis sísmico lineal, según Calcina (2017, p.25) “Considera la funcionalidad de una estructura, en la relación de esfuerzo y deformación, en el intervalo elástico, bajo la ley de Hooke”. La presente metodología aplica un conjunto de fuerzas sísmicas en diferentes niveles de una edificación para obtener los desplazamientos y las fuerzas de diseño. Este análisis es factible para: Edificaciones ubicadas en la zona 1 de alta sismicidad y estructuras menores o iguales a 30 metros de elevación, por otro lado, el **análisis sísmico no lineal**, presenta los mismos objetivos del análisis sísmico lineal, a diferencia que es más cercano a la realidad, con resultados que determinan el comportamiento real de la estructura

Figura 4: Modelo de análisis sísmico no lineal

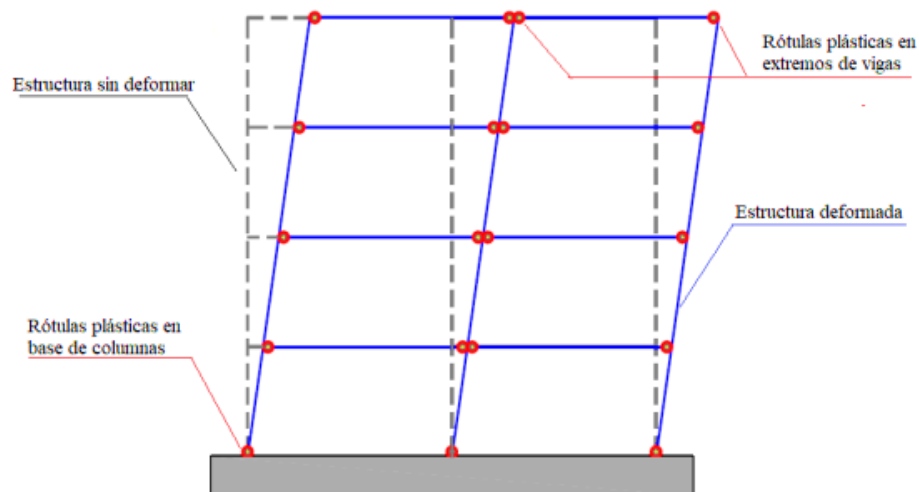


Fuente: propio

El método Pushover, metodología tradicional del análisis no lineal, se aplica en método estático, es una metodología factible y apta para analizar la relación resistencia – deformación en una estructura. (Ruiz,

2017, p.15). En este método se analiza una estructura en el intervalo inelástico, aplicando una serie incremental de fuerza hasta que este alcance el máximo desplazamiento y/o sufra un colapso. (Quesada, 2018, p.27). Gracias a la metodología del AENL se determina la curva de capacidad, que define la relación entre la resistencia y capacidad una estructura mediante una curva incremental y el desplazamiento máximo. (Ávila, 2018, p.35). La distribución de cargas laterales, o cortante basal en cada nivel generación cierto desplazamiento o deformación de una estructura, esto se representa en un diagrama de fuerza - desplazamiento. El objetivo de esta grafica es determinar el máximo desplazamiento y el nivel de desempeño que expresa la estructura. La presente curva de capacidad de la estructura, sea cual sea su categoría o uso, nos permite identificar el máximo desplazamiento que esta ejerce durante la presencia del siniestro y determinar el nivel de desempeño que esta presenta desde su estado operacional, esta sea habilitada para los usuarios hasta el colapso total de la estructura. Así mismo identifica la presencia de rotulas plásticas, que son zonas donde excede la mayor deformación, esto ocurre en la unión de elementos estructurales como la conexión viga – columna, si existe una rotula plástica en las vigas se puede generar un reforzamiento, en cambio sí se presentan rotulas en las columnas, estas son puntos vitales de colapsar porque producen inestabilidad a la estructura y por último el desempeño Sísmico de la estructura, de acuerdo con Purca (2015, p.3) una vez determinada la curva de capacidad, se puede pasar a evaluar el desempeño sísmico de una estructura. Es el nivel de comportamiento más cercano a la realidad de una edificación después de un evento sísmico, identificando que elementos estructurales están dañados o sufren de rotulas plásticas provocando el colapso de la estructura.

Figura 5: Rotulas plásticas en una estructura



Fuente: Calcina (2015)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de Investigación

Según CONCYTEC (2018, p.2), la investigación aplicada determina por medio de la investigación científica, los métodos (ya sean metodológicos experimentales o no experimentales) mediante el cual se pueda verificar el problema propuesto a investigar, según lo mencionado la presente tesis presenta una **investigación aplicada**, porque a través de la metodología del análisis sísmico no lineal bajo la norma ATC – 40 verificara el diseño sismorresistente de la norma E.030 del edificio multifamiliar ubicado en el distrito de San Juan de Lurigancho.

Diseño de Investigación

La presente tesis presenta un **diseño no experimental**, porque no modificara ningún parámetro de las normas, ni datos geométricos o estructurales del edificio a evaluar, ya que según Hernández, Fernández y Baptista (2010, p.150) “el diseño no experimental es considerado sistemático y empírico, debido a que la variable independiente no se manipula, edita o modifica. La experimentación entre las variables se realiza de manera indirecta o sin intervención de estas en un mismo campo”.

Nivel de investigación

La presente investigación tiene un **nivel explicativo**, como menciona Hernández (2014, p.95) “el nivel explicativo permite explicar por qué sucede un acontecimiento, fenómeno o circunstancia y como se manifiesta en relación a las variables a estudiar.

3.2. Variables y operacionalización

Variable

Una variable, según Núñez (2007, p.167) “es todo aquello que se va medir, controlar, evaluar y estudiar en una investigación”. La presente tesis tendrá una variable independiente y una variable dependiente.

Variable Independiente

La variable independiente, según Colás y Hernández (2014, p.80), “también denominada variable “X” es aquella que se mide, controla o modifica para determinar qué consecuencias genera en la variable dependiente”. La **variable independiente** de la presente investigación es el **análisis estático no lineal**.

Variable dependiente

La variable dependiente, según Colas y Hernández (2014, p.80) “también denomina variable “Y” presenta variaciones o cambios debido a la medición, modificación provocada por la variable independiente”. La **variable dependiente** de la presente investigación es el **diseño sismorresistente**.

Matriz de Operacionalización

Según Carrasco (2018, p.151) “la matriz de operacionalización es un instrumento clave de toda investigación porque muestra y evalúa con coherencia y lógica las variables independientes y dependientes que intervienen en una investigación”.

La matriz de operacionalización de la presente tesis se encuentra en la tabla N°01 de anexos.

Definición Conceptual

Según Kerlinger (2002, p.85) la definición conceptual, “trata de definiciones a través de diccionarios, libros, artículos de opinión o investigaciones de una o más variables, el cual estas deben estar referenciadas”.

En la presente investigación se define conceptualmente las variables.

Para la variable independiente: Análisis sísmico no lineal.

Definición conceptual: Según Calcina (2019, p.46) “es un tipo de análisis incremental que determina la curva de capacidad de una estructura o elemento, basándose en una aplicación de cargas laterales incrementales hasta alcanzar un estado límite (punto de desempeño) o condición de falla en la estructura”.

Para la variable dependiente: Diseño sismorresistente

Definición conceptual: Según Villarreal (2013, p.5) “el diseño sismorresistente tiene como objetivo que las edificaciones sean capaces de resistir ante cargas inesperadas, y tenga un comportamiento adecuado ante un sismo”.

Definición Operacional

Según Hernández (2013, p.120) “Una definición operacional especifica que actividades u operaciones deben realizarse para medir una variable e interpretar los datos obtenidos”.

Las definiciones operacionales de las variables son:

Variable independiente: Análisis sísmico no lineal

Metodología de diseño sismorresistente que permite evaluar una estructura mediante fuerzas horizontales incrementales que determina las rotulas plásticas y el nivel de desempeño que esta presenta durante un evento sísmico.

Variable dependiente: Diseño sismorresistente

Metodología de diseño sismorresistente que tiene como objetivo brindar una capacidad de resistencia y rigidez a una estructura con el fin de resistir un siniestro.

Dimensiones

Son elementos que se descomponen o desagregan una variable con el fin de evaluarla, controlarla, o medirla para la investigación.

Para la variable independiente: análisis sísmico no lineal, está presente como dimensión el **método Pushover**.

Para la variable dependiente: diseño sismorresistente, este presenta como dimensión el **análisis sísmico lineal** y el **edificio multifamiliar**.

Indicadores

Son elementos que representan una medida o indicio que permite evaluar, modificar, cuantificar una variable o dimensiones de la investigación.

Para la variable independiente: análisis sísmico no lineal.

Para su dimensión: método Pushover.

Sus indicadores son:

La curva de capacidad, rotulas plásticas y nivel de desempeño sísmico.

Para la variable dependiente: diseño sismorresistente.

Para su dimensión: análisis sísmico lineal.

Los indicadores son: parámetros sismorresistentes, desplazamientos laterales.

Para su dimensión: edificio multifamiliar.

los indicadores son la descripción de la estructura y el metrado de cargas.

Escala

Son ítems que permite cuantificar las variables a investigar.

Escala nominal

Ítems que identifican una categoría o grupo sin un orden lógico. En la investigación se denomina a los indicadores: curva de capacidad, rotulas plásticas, descripción de la estructura y metrado de cargas.

Escala ordinal

Ítems que identifican una categoría o grupo con un orden lógico. En la investigación se denomina a los indicadores: nivel de desempeño sísmico y parámetros sismorresistentes.

Escala razón

Ítems que miden a través de un intervalo, de cero a un valor máximo. En la investigación se denomina a los desplazamientos.

3.3. Población y muestra

Población

“La población, es un grupo de unidades (sea usuarios, individuos, objetos, etc.), con caracteres semejantes, asimismo, con una delimitación en el espacio – tiempo”. (Hernández y Mendoza, 2018, p.48).

La presente tesis tomara como población las edificaciones multifamiliares del distrito de San Juan de Lurigancho.

Muestra

La presente tesis aplica el muestreo no probabilístico por conveniencia, según Mendoza y Hernández (2018, p.52) menciona que “los componentes de la población que se han seleccionado como muestras en base a criterio del investigador, de igual manera estos se pueden reelegir debido a su factibilidad disponible”.

Para la muestra se eligió un edificio multifamiliar de 6 niveles, ubicado en el cruce de la av. José Carlos Mariátegui y Jr. Cuzco.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica de recolección de datos

Según Valderrama, es la forma o manera de aplicar procedimientos e instrumentos para la obtención de la información deseada (2013, p.134). Por lo cual se tomó como referencia de la presente tesis, material de apoyo de libros, tesis, artículos de investigación que guarden relación al diseño sismorresistente y el análisis sísmico no lineal.

De igual manera, se recolecto los parámetros sísmicos no lineales de la norma ATC – 40 y SEAOC comité VISION2000, de igual manera los lineamientos de diseño de la norma E.030, así mismo los planos del edificio multifamiliar.

Instrumentos

Plantillas Excel

Software de Microsoft, que permite la creación de plantillas para el diseño sismorresistente bajo la norma E.030 y metrado de cargas de la presente estructura.

Software Etabs

Software de la compañía CSI (Computers and Structures, Inc), es una herramienta de diseño estructural global que permite analizar, diseñar y evaluar el diseño sismorresistente de una edificación ya sea un análisis sísmico lineal y no lineal.

Planos

Es la representación de una estructura en sus tres dimensiones a determinada escala para su fácil entendimiento, asimismo poder ingresar

las dimensiones de la estructura y sus componentes en el diseño sismorresistente y análisis sísmico no lineal.

Confiabilidad y validez

Según Hernández y Mendoza (2018, p.240) “La confiabilidad, determina el grado de validez a través de la obtención de resultados que fue aplicado el instrumento a una muestra; y la validez determina el nivel donde el instrumento mide la variable a investigar que será aplicada en la muestra”. Para la confiabilidad y validez de la presente tesis, se tomará como referencia los parámetros de la norma E.030, ATC - 40 y SEAOC Vision2000.

Límites de desplazamientos: Se analizará los desplazamientos obtenidos en el análisis sísmico por el Software Etabs y la norma peruana E.030

Nivel de desempeño sísmico: Se evaluará el resultado obtenido por la curva de capacidad, procedimiento del método Pushover de la norma ATC – 40, a través del software Etabs junto a la norma del SEAOC Vision2000.

3.5. Procedimientos

Análisis sísmico lineal

Diseño Sismorresistente Norma E.030

Según el diseño sísmico de la norma E.030, para determinar las fuerzas sísmicas horizontales y el desplazamiento máximo que ocurre durante un sismo, se sigue el procedimiento a continuación:

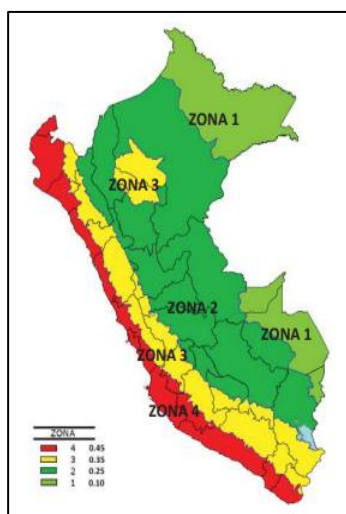
Parámetros sismorresistentes

- Zona sísmica
- Categoría de uso de la estructura
- Amplificación sísmica
- Perfil de suelo
- Coeficiente de reducción sísmica
- Cortante Basal

Zona sísmica

En el mapa del Perú, gracias a estudios de especialistas en sismos, determinaron ciertos factores de zonificación sísmica en regiones del país, enumerando de 1 a 4, siendo la zona 4 (color rojo) la más vulnerable a un evento sísmico y la zona 1 (color verde) menos vulnerable.

Figura 6: Mapa de zonificación sísmica



Fuente: Norma E.030 (2018)

Categoría de uso de la estructura

Según la norma E.030 (2018), un edificio multifamiliares considerado una edificación común debido a que “después de una actividad sísmica, la edificación no sufre algún peligro de fuego o contaminantes”. La categoría de uso de una edificación, representada por la letra “U” tiene un determinado factor respecto a su categoría.

Tabla 1: Categoría de uso de la edificación

Categoría de las edificaciones		Factor de uso
A	Edificaciones esenciales	1.50
B	Edificaciones importantes	1.30
C	Edificaciones comunes	1.00

Fuente: Norma E.030 (2018)

Periodo fundamental de vibración

Se expresa en la fórmula:

$$T = h_n / C_T$$

Siendo:

- T = Periodo fundamental de vibración
- h_n = Altura total del edificio
- C_T = Coeficiente de periodo fundamental

Donde:

- $C_T = 35$, si la estructura del edificio presenta un sistema estructural aporticado, sin muros de corte.
- $C_T = 45$, si la estructura del edificio presenta un sistema estructural de muros de corte, con cajas en ascensores y escaleras.
- $C_T = 60$, si la estructura del edificio presenta un sistema estructural sea albañilería, sistema dual o muros de ductilidad limitada.

Perfil de suelo

A través de un estudio de mecánica de suelos (EMS), se puede verificar el suelo donde se va a edificar la estructura, la E.030 los clasifica en:

- Perfil S_0 : Roca dura, suelos que llegan a excavar a 30m de profundidad.
- Perfil S_1 : Suelos muy rígidos o rocas, como arena o grava densa
- Perfil S_2 : Suelos intermedios, como arena o grava medianamente densa o suelos cohesivos.
- Perfil S_3 : Suelos blandos, arena fina o grava arenosa.

El perfil de suelo "S", se determina en relación a la zona sísmica.

Tabla 2: Parámetros de perfil de suelo

Factor del suelo				
	S_0	S_1	S_2	S_3
Z_4	0.80	1.00	1.60	2.00
Z_3	0.80	1.00	1.20	1.10
Z_2	0.80	1.00	1.15	1.20
Z_1	0.80	1.00	1.05	1.10

Fuente: Norma E.030 (2018)

Los periodos del suelo T_P y periodo de amplificación sísmica T_L se determinan por medio del perfil de suelo.

Tabla 3: Parámetros de periodo sísmico

Periodos de T_P y T_L				
	S_0	S_1	S_2	S_3
T_P	0.30	0.40	0.60	1.00
T_L	3.00	2.50	2.00	1.60

Fuente: Norma E.030 (2018)

Factor de amplificación sísmica

Se halla en base a los parámetros T_P y T_L ; bajo tres restricciones:

- Si $T < T_P$; entonces $C = 2.50$
- Si $T_P < T < T_L$; entonces $C = (2.50 \times T_P) / T$
- Si $T_L < T$; entonces $C = (2.50 \times T_P \times T_L) / T^2$

Coeficiente de reducción sísmica

Se calcula por medio de la fórmula:

$$R = R_0 \times I_a \times I_P$$

Siendo:

- R_0 = Coeficiente básico de reducción
- I_a = Irregularidad en altura
- I_P = Irregularidad en planta

Tabla 4: Sistemas estructurales

Sistema estructural	Coeficiente básico de reducción (R_0)
Pórticos	8.00
Dual	7.00
Muros estructurales	6.00
Muros de ductilidad limitada	4.00

Fuente: Norma E.030 (2018)

El sistema estructural del edificio multifamiliar es pórticos, este sistema aporticado ejerce como elemento principal que ejerce la resistencia de la estructura son las columnas. Según la zona y categoría de la edificación, existe ciertas restricciones acerca de la regularidad de estas.

Tabla 5: Restricción de coeficiente de reducción

Categoría	Zona	Restricciones
C	4 y 3	No se permiten irregularidades extremas
	2	No se permiten irregularidades extremas excepto en edificios de hasta 2 pisos u 8 metros de altura
	1	Sin restricciones, se considera valor 1.00 a I_a e I_P

Fuente: Norma E.030 (2018)

Peso de la edificación

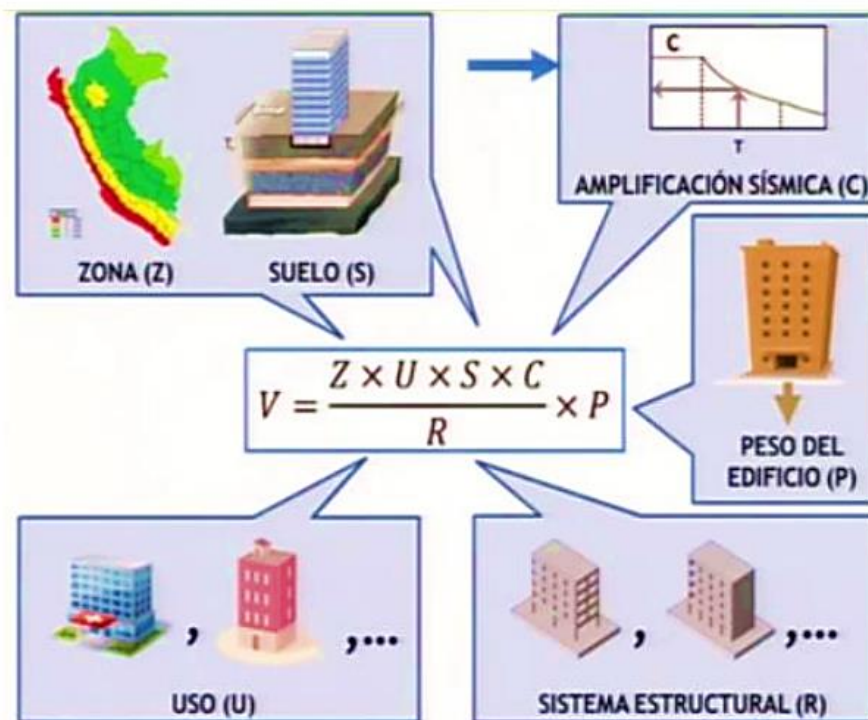
Según la norma E.030 (2018), el peso se calcula adicionando a la carga permanente y total de la edificación un porcentaje de la sobrecarga.

- Para edificios comunes, se considera el 25% de la sobrecarga
- Para techos y azoteas, se considera el 25% de la sobrecarga

Cortante Basal

Es la fuerza horizontal que representa la acción del sismo en cada nivel de la estructura, y se determina en relación a la zona sísmica, el uso de la edificación, el factor de amplificación sísmica, el perfil de suelo, el coeficiente de reducción y el peso en cada nivel de la estructura, se puede apreciar en la siguiente figura.

Figura 7: Cortante basal de una estructura



Fuente: Muñoz (2009)

Distribución de fuerzas laterales

Se determina las fuerzas que actúan en cada nivel de la estructura, estas se calculan según las siguientes formulas:

$$F_i = \alpha_i \times V$$

Siendo:

- F_i = Fuerza lateral en el nivel “i”
- α_i = Coeficiente de distribución de fuerzas laterales
- V = Cortante basal

Para hallar α_i , se utiliza la siguiente formula:

Figura 8: Formula del coeficiente de distribución de fuerzas laterales

$$\alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j(h_j)^k}$$

Fuente: Norma E.030 (2018)

Donde:

- P_i = Pesos del nivel “i” del edificio
- h_i = Altura del nivel “i” del edificio
- k = exponente relacionado al periodo fundamental de la estructura “T”
Si $T < 0.5$; entonces $k = 1$
Si $T > 0.5$; entonces $k = (0.75 + 0.5T) < 2.00$
- n = Número de pisos del edificio

Desplazamientos máximos

Los desplazamientos máximos relativos aparecen como consecuencia de las fuerzas horizontales, estos conocidos como derivas se limitan en lo siguiente:

Tabla 6: Limite de desplazamiento máximo

Límites de desplazamientos máximos	
Material	Límite máximo (m)
Concreto armado	0.007
Acero	0.010
Albañilería	0.005

Fuente: Norma E.030 (2018)

Análisis sísmico no lineal “Método Pushover”

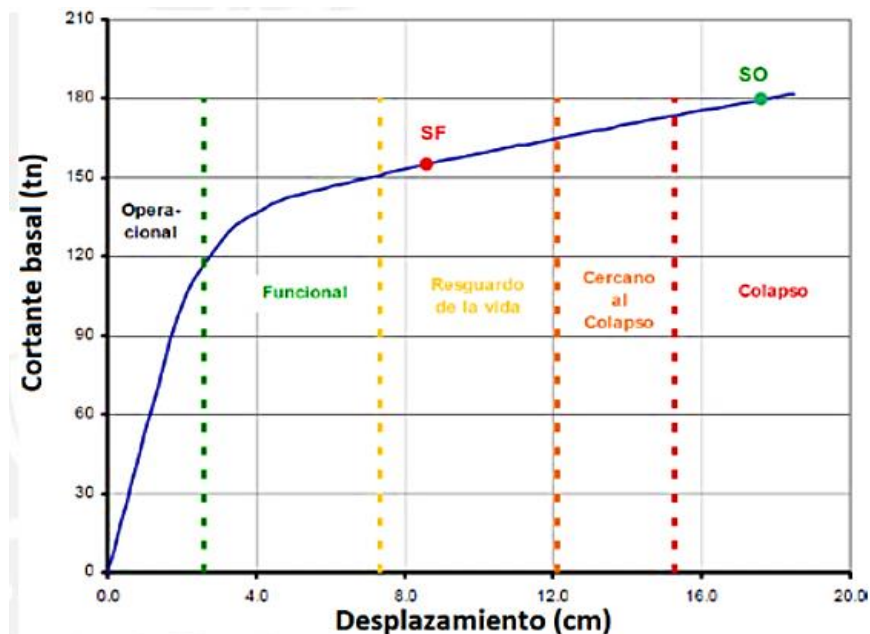
En este procedimiento, se evaluará el comportamiento de la estructura, con los parámetros de la norma E.030, con el fin de determinar el nivel de desempeño que presentará durante un evento sísmico bajo los siguientes lineamientos:

- Curva de capacidad de la estructura
- Nivel de desempeño sísmico

Curva de capacidad de la estructura

Se determina a través de una gráfica entre las fuerzas horizontales y los desplazamientos máximos o deformaciones en la estructura, el objetivo de esta grafica es determinar el máximo desplazamiento de la estructura hasta que llegue a colapsar.

Figura 9: Curva de capacidad de una estructura



Fuente: ATC – 40 (2016)

Nivel de desempeño sísmico

Gracias a la gráfica fuerza vs deformación de la curva de capacidad de la estructura, se puede determinar el nivel de desempeño que esta ofrece durante un sismo por medio de la norma Vision2000 del SEAOC.

Tabla 7: Nivel de desempeño de una estructura

NIVEL DE DESEMPEÑO	DESCRIPCIÓN
Totalmente operacional	La edificación cumple con las condiciones de uso común. Todos los sistemas de abastecimiento deben funcionar.
Operacional	No hay riesgo simbólico, la edificación puede ser habilitada luego de algunos reforzamientos.
Seguridad de vida	Hay amenaza distintiva a las nociones estructurales. La edificación luego de ser reparada y reforzada puede ser habilitada.
Pre – colapso	Peligro alegórico en componentes estructurales y no estructurales causando falta de resistencia y rigidez estando a un pequeño ingreso neto para arribar al colapso.

Fuente: Vision2000

El comité Vision2000 propone los desplazamientos objetivos para cada nivel de desempeño sísmico, estos se determinan a través de la relación del desplazamiento lateral máximo del nivel superior del edificio respecto al nivel 0.00 (D_t) y la altura total de la estructura (H_t) a evaluar. Esta relación se evalúa a través de la siguiente tabla.

$$\text{Desplazamiento objetivo} = D_t / H_t$$

Tabla 8: Desplazamientos objetivos - nivel de desempeño

Nivel de desempeño	Desplazamiento objetivo (%)
Totalmente operacional	≤ 0.20
Operacional	≤ 0.50
Seguridad de vida	≤ 1.50
Pre – colapso	≤ 2.50
Colapso	≥ 2.50

Fuente: Vision2000

3.6. Método de análisis de datos

Para evaluar el diseño sismorresistente del edificio multifamiliar bajo la metodología del análisis estático no lineal, se requiere del uso del software

Etabs, y para agilizar con la obtención de los resultados, la metodología fue la siguiente:

- Reconocimiento de los componentes estructurales del edificio multifamiliar.
- Analizar y verificar los parámetros sismorresistentes bajo los lineamientos de la norma E.030 diseño sismorresistente.
- Aplicar el método tradicional Pushover, según la norma ATC – 40.
- Evaluar los resultados obtenidos del análisis sísmico no lineal mediante la curva de capacidad y nivel de desempeño sísmico bajo la norma del comité Vision2000.

Norma E.030 Diseño sismorresistente

Norma peruana enfocada en el diseño sísmico en edificaciones, a través de los años fue modificada para su mejora de las estructuras frente a un evento sísmico, siendo la última edición la del año 2018, esta norma brinda ciertos parámetros de sismorresistencia, para cualquier uso de una edificación, con el fin que estas tengan una respuesta óptima ante un siniestro, con el objetivo primordial de salvaguardar la vida de las personas que habitan dichas edificaciones.

Norma ATC – 40

La Applied Technology Council (Consejo de Tecnología Aplicada), es una norma americana aprobada por la California Seismic Safety Commission (Comisión de Seguridad Sísmica de California), con el objetivo de evaluar a través de la metodología del análisis sísmico no lineal, el desempeño sísmico de las edificaciones, sea cual sea su uso, de concreto armado ante la presencia de terremotos, por medio de la curva de capacidad de la estructura que determina los desplazamientos entre niveles durante un siniestro.

Comité Vision2000

Es el diseño en base al desempeño sísmico de una edificación, es una norma del Structural Engineers Association of California (Asociación de Ingenieros Estructurales de California) o por sus siglas SEACE, permite evaluar el desempeño sísmico de una estructura durante y después del siniestro y en qué nivel se encuentra.

3.7. Aspectos éticos

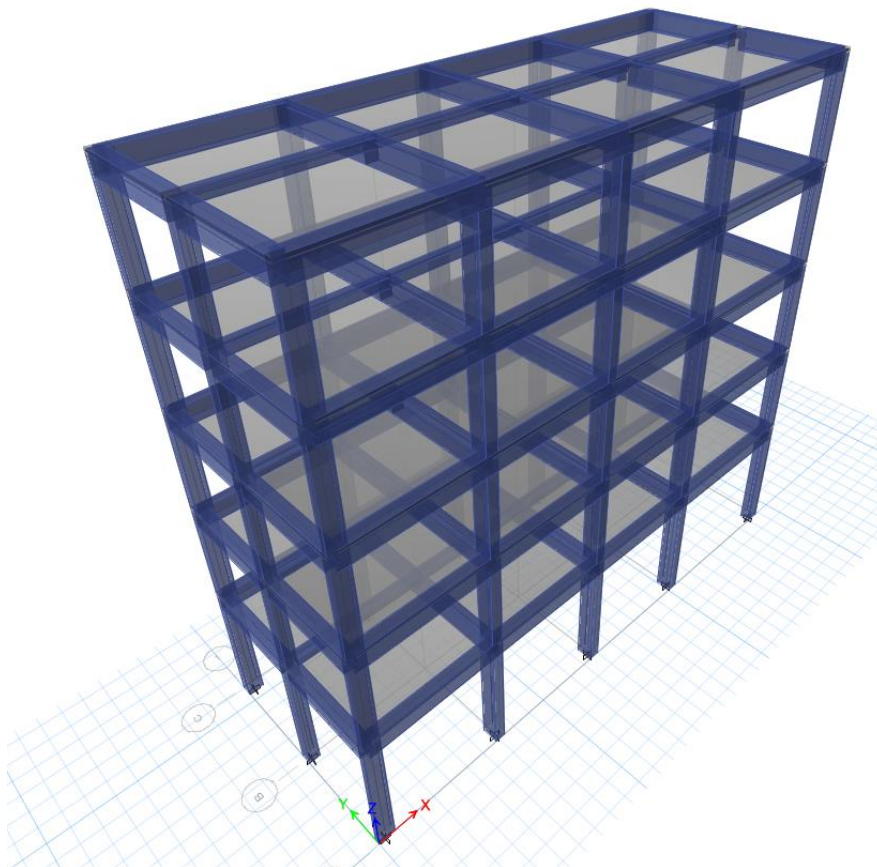
El investigador, es responsable de mostrar respeto a los autores de las investigaciones, citando textos en diversas páginas de la presente investigación y a su vez presentando sus obras en las referencias bibliográficas, no obstante, cabe mencionar que esta tesis aportara a las personas a tener un poco más acerca del comportamiento estructural de las edificaciones frente a un siniestro.

IV. RESULTADOS

Modelamiento estructural del edificio multifamiliar del distrito de San Juan de Lurigancho.

Gracias al software Etabs v18, se modelo la estructura del edificio multifamiliar, para esto se recopiló toda la información respecto al edificio como son los planos de arquitectura y estructura para que sea factible la modelación de este. Los planos nos valen para modelar el edificio con las dimensiones respectivas de sus elementos estructurales, sean vigas, columnas y losas, así mismo el ingresar los datos del material de concreto y acero.

Figura 10: Vista 3D del edificio multifamiliar



Fuente: Software Etabs

a) Análisis sísmico estático lineal

La edificación es una vivienda multifamiliar, que se encuentra situada en el distrito de San Juan de Lurigancho con un suelo tipo S2 (Según EMS), con la información recopilada se calculó lo siguiente:

Tabla 9: Derivas en eje x

Nivel	Ejes X - X		Deriva máximo según E.030	Cumple
	Deriva elástica	Deriva inelástica		
Piso 5	0.0025	0.0150	0.007	NO
Piso 4	0.0024	0.0144	0.007	NO
Piso 3	0.0020	0.0120	0.007	NO
Piso 2	0.0015	0.0090	0.007	NO
Piso 1	0.0008	0.0048	0.007	SI

Fuente: Software Etabs

Tabla 10: Derivas en eje y

Nivel	Ejes Y - Y		Deriva máximo según E.030	Cumple
	Deriva elástica	Deriva inelástica		
Piso 5	0.0021	0.0126	0.007	NO
Piso 4	0.0019	0.0114	0.007	NO
Piso 3	0.0017	0.0102	0.007	NO
Piso 2	0.0012	0.0072	0.007	NO
Piso 1	0.0007	0.0042	0.007	SI

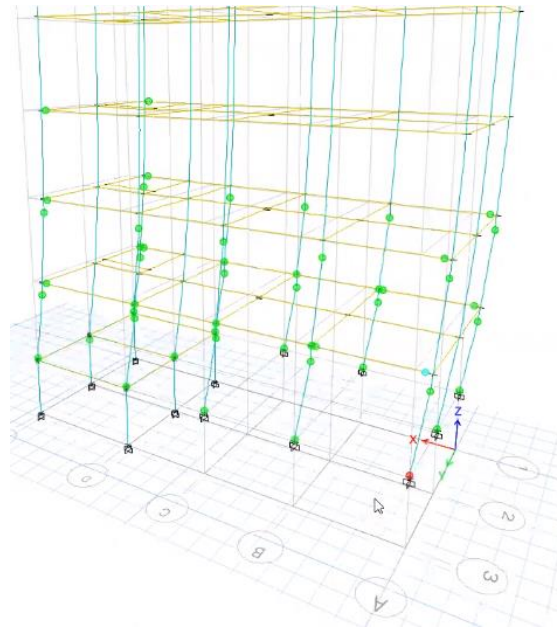
Fuente: Software Etabs

b) Análisis sísmico no lineal “Método Pushover”

Rotulas Plásticas

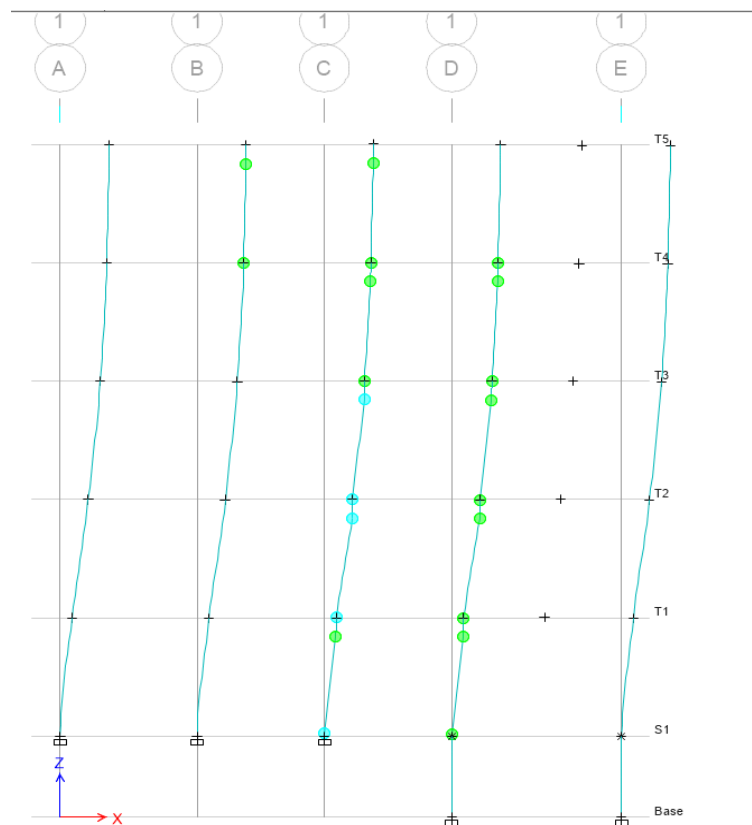
Gracias al método Pushover, que por defecto esta en el software Etabs, se identificó las rotulas plásticas que aparecen cuando la estructura pasa al estado inelástico, determinando los elementos estructurales que fallan en dicho estado.

Figura 11: Rotulas plásticas en eje x e y



Fuente: Software Etabs

Figura 12: Rotulas plásticas

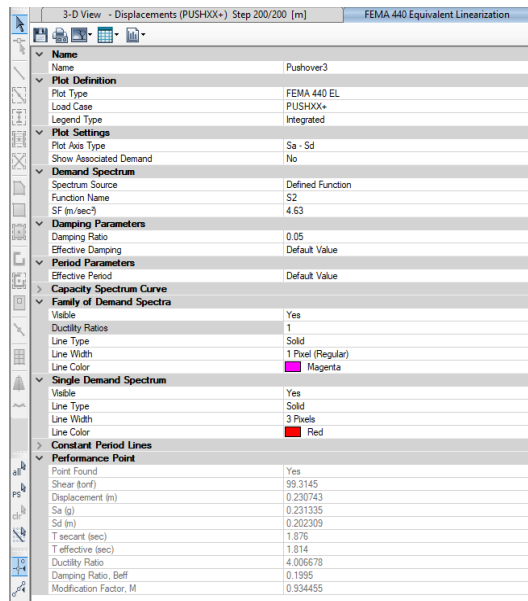


Fuente: Software Etabs

Nivel de desempeño sísmico

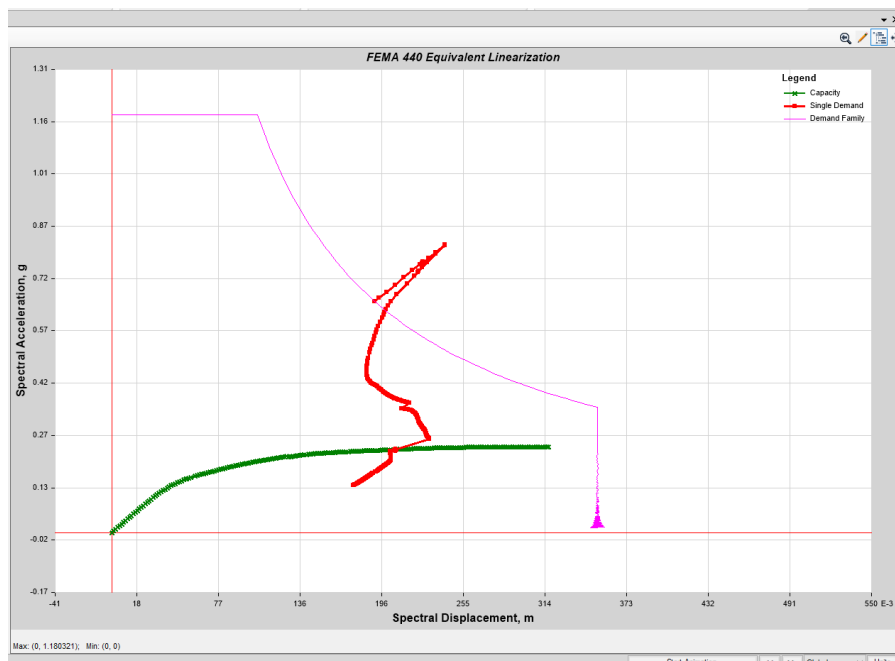
Una vez ingresado los datos para el método Pushover, el software Etabs arroja el nivel de desempeño sísmico a través de la curva de capacidad y el desplazamiento lateral máximo en el último nivel, y se procede a hallar el nivel bajo los intervalos que ofrece el comité VISION2000.

Figura 13: Método pushover eje x



Fuente: Software Etabs

Figura 14: Curva de capacidad de la estructura eje x



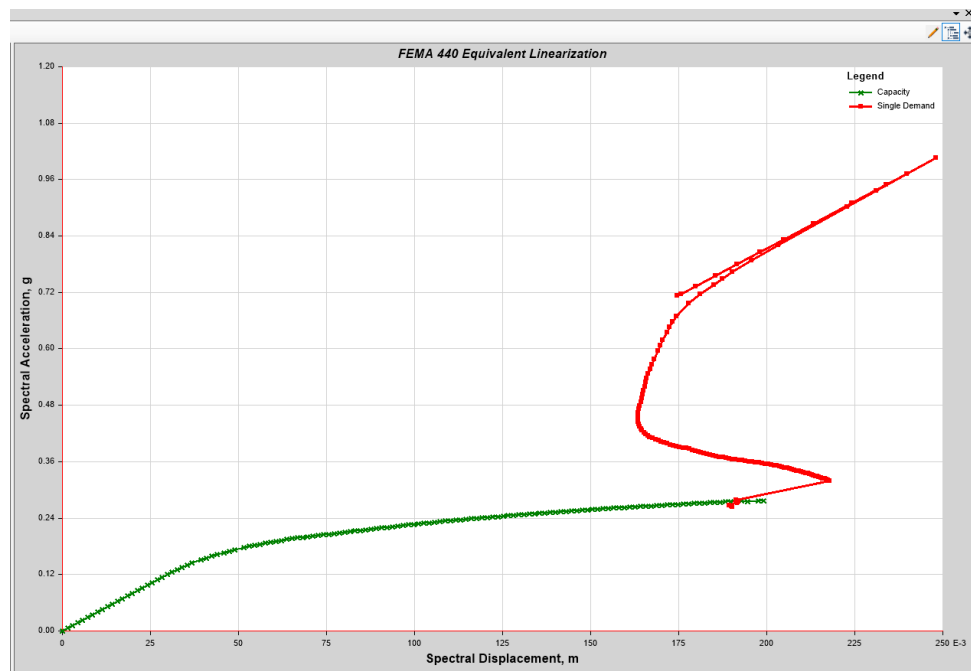
Fuente: Software Etabs

Figura 15: Método pushover Eje y

3-D View - Displacements (PESO PROPIO) [m] FEMA 440 Equivalent Linearization	
Name	Pushover1
Plot Definition	
Plot Type	FEMA 440 EL
Load Case	PUSHYY++
Legend Type	Integrated
Plot Settings	
Plot Axis Type	Sa - Sd
Show Associated Demand	No
Demand Spectrum	
Spectrum Source	Defined Function
Function Name	S2
SF (m/sec)	4.63
Damping Parameters	
Damping Ratio	0.05
Effective Damping	Default Value
Period Parameters	
Effective Period	Default Value
Capacity Spectrum Curve	
Family of Demand Spectra	
Single Demand Spectrum	
Constant Period Lines	
Performance Point	
Point Found	Yes
Shear (tonf)	114.7709
Displacement (m)	0.225865
Sa (g)	0.27588
Sd (m)	0.191589
T secant (sec)	1.672
T effective (sec)	1.666
Ductility Ratio	4.069188
Damping Ratio, Beff	0.1998
Modification Factor, M	0.992781

Fuente: Software Etabs

Figura 16: Curva de capacidad de la estructura eje y



Fuente: Software Etabs

Tanto en el eje X como en el eje Y, el desplazamiento máximo en el último nivel es de 0.23m, respecto a la altura total de 14.95m y multiplicado por 100 se tiene un cociente de 1.54 (Según comité Vision2000), por lo que la estructura se encuentra en el rango de PRE – COLAPSO, motivo de falla en columnas y vigas de la estructura.

V. DISCUSIÓN

Según Navarro y Fernández (2006) en su investigación “Desempeño sísmico de un edificio aporticado de seis pisos diseñado con las normas peruanas de edificaciones. Lima, Perú, 2006” entre sus objetivos esta determinar si en el diseño sísmico de la estructura supera el límite de derivas según la norma E.030 diseño sismorresistente, ya que si esto ocurre se puede producir un colapso de la estructura y requiere de un rediseño de la estructura y un nuevo dimensionamiento de sus elementos estructurales, los resultados que arrojo el software Etabs fueron los siguientes:

Figura 17: Resultado de derivas eje x

Piso	Diafragma	Altura(m)	Desp*.75R(m) X-X	Deriva
Story6	D6	17.45	0.074064	0.0044741
Story5	D5	14.75	0.061984	0.0047956
Story4	D4	12.05	0.049036	0.0051019
Story3	D3	9.35	0.035261	0.0050659
Story2	D2	6.65	0.021583	0.0011437
Story1	D1	3.95	0.018495	0.0068500

Fuente: Navarro y Fernández (2006)

Figura 18: Resultado de derivas eje y

Piso	Diafragma	Altura(m)	Desp*.75R(m) Y-Y	Deriva
Story6	D6	17.45	0.050505	0.0034881
Story5	D5	14.75	0.041087	0.0036052
Story4	D4	12.05	0.031353	0.0035815
Story3	D3	9.35	0.021683	0.0033248
Story2	D2	6.65	0.012706	0.0016263
Story1	D1	3.95	0.008315	0.0024101

Fuente: Navarro y Fernández (2006)

Como se puede observar en los resultados de las derivas tanto en los ejes X e Y, estas no superan el límite propuesto en la norma que es 0.007 resultando que la estructura cumple con uno de los parámetros de sismorresistencia, en la presente investigación el autor analizo la estructura bajo los mismos parámetros de la norma E.030 para determinar los desplazamientos laterales o derivas de la estructura multifamiliar y los resultados fueron:

Figura 19: Resultado de derivas eje x

Nivel	Ejes X - X	
	Deriva elastica	Deriva inelastica
Piso 5	0.0025	0.01500
Piso 4	0.0024	0.01440
Piso 3	0.0020	0.01200
Piso 2	0.0015	0.00900
Piso 1	0.0008	0.00480

Fuente: Propia

Figura 20: Resultado de derivas eje y

Nivel	Ejes Y - Y	
	Deriva elastica	Deriva inelastica
Piso 5	0.0021	0.0126
Piso 4	0.0019	0.0114
Piso 3	0.0017	0.0102
Piso 2	0.0012	0.0072
Piso 1	0.0007	0.0042

Fuente: Propia

Donde los resultados obtenidos de los desplazamientos laterales son superiores al límite que propone la norma, deduciendo que la estructura presenta un mal dimensionamiento de los elementos estructurales y puede llevar a un colapso durante un evento sísmico.

Según Correa (2019) en su investigación “análisis estático no lineal aplicado al diseño sismorresistente del bloque N° 02 de aulas del Colegio Militar Elías Aguirre – Chiclayo” propone evaluar un edificio esencial, en este caso un colegio, mediante la metodología de análisis sísmico Pushover, identificando las rotulas plásticas generadas en columnas y vigas y determinando el nivel de desempeño de la estructura. Respecto a las rotulas plásticas, el autor identifico 37 rotulas plásticas en el eje X – X llegando a concluir que las fallas empiezan en las vigas y luego en las columnas, cumpliendo con la metodología del análisis Pushover propuesto por el ATC – 40 y FEMA 440, lo mismo ocurre en el eje Y – Y donde se presencia 11 rotulas plásticas fallando en primera instancia las vigas, cabe resaltar que esto se obtuvo de un correcto diseño sísmico donde las derivas halladas por el software dan como resultado que no superan el límite de desplazamiento de 0.007.

En la presente investigación, se hizo el mismo procedimiento de Correa respecto a lo que propone la norma ATC – 40 y FEMA 440 respecto al ingreso de rotulas plásticas en la estructura, donde se identificó en el eje X – X 37 rotulas plásticas, donde se presenta mayor falla en las columnas, por lo que estas requieren ser reforzadas o rediseñadas ya que según la metodología del FEMA 440 los primeros elementos estructurales en fallar son las vigas y después las columnas, caso contrario a la metodología la estructura puede colapsar, y en el eje Y – Y se encontró 35 rotulas plásticas donde se encontró mayor evidencia de falla en las vigas, donde si está cumpliendo con la metodología sin embargo como en un inicio se evidencio que el edificio supera los límites de desplazamiento lateral se llega a la conclusión que las rotulas identificadas en la estructura conlleva a un desplazamiento máximo en el nivel superior de la estructura de 23.34cm en el eje X, y 22.63cm en el eje Y con una fuerza cortante basal de 100.42 tn en el eje X, y 115.77 tn en el eje Y.

Según Sánchez (2017) en su investigación “Evaluación del desempeño sísmico de una edificación esencial, aplicando metodologías no lineal estáticas, 2017” presenta como finalidad evaluar el nivel de desempeño sísmico de una estructura esencial de cuatro nivel conformada por un sistema dual, una combinación del sistema aporticado y muros estructurales a través de la metodología Pushover de la norma ATC – 40, FEMA 440 y Vision2000 del SEAOC , donde los resultados obtenidos para hallar el nivel de desempeño fue un desplazamiento máximo de 23.72 cm respecto a la altura de 12.50 m demuestra según la tabla y curva de capacidad de la estructura que se encuentra en el nivel de desempeño ocupacional, es decir la estructura no presenta daños, podrá estar habilitada y sus instalaciones operan con normalidad, debido a que tiene un correcto diseño sísmico de la norma E.030 y el uso de placas o muros estructurales permite darle mayor rigidez y estabilidad a la estructura. En la presente tesis, a diferencia de la estructura de Sánchez, la estructura común (edificio multifamiliar) presenta un desplazamiento máximo de 23.34 cm en el nivel más alto de la estructura, según la SEAOC y la tabla de determinación del nivel de desempeño de la estructura, el edificio se encuentra en estado de seguridad de vida y pre - colapso, sin embargo como se presenta según las rotulas fallas en columnas y

vigas se asume que la estructura se encuentra en la categoría de PRE – COLAPSO el cual obliga a rediseñar la estructura para evitar cualquier colapso de esta durante un evento sísmico, además de salvaguardar a sus habitantes que estén en esta, además de cumplir con los parámetros de la norma peruana E.030 o la norma ATC – 40 , FEMA 440 o SEAOC.

Según Hakim (2013) en su investigación “Seismic assessment of RC building using pushover analysis”, traduciendo al castellano la investigación “Evaluación sísmica de un edificio de concreto reforzado utilizando el análisis Pushover” presenta como objetivo principal determinar el rendimiento de la estructura ante cargas sísmicas inesperadas proponiendo un análisis a una estructura bajo la norma SBC – 301 de Arabia Saudita y la ATC – 40 concluyendo la norma ATC – 40 evalúa el desempeño sísmico de la estructura identificando las fallas de la estructura para lograr un nivel de ocupación inmediata a diferencia de la norma SBC – 301 que presenta riesgo a colapsar, esto conlleva a que los investigadores proponen que la metodología del análisis Pushover este incluida en la norma árabe SBC - 301, en la presente investigación se modeló la estructura de un edificio multifamiliar bajo la norma de diseño sismorresistente E.030 2018 y se pasó a evaluarla bajo el análisis Pushover de la ATC – 40, logrando como resultados que la estructura sobrepasa el límite de desplazamiento sísmico o también llamadas derivas y presenta un nivel de desempeño sísmico de Pre – colapso.

VI. CONCLUSIONES

- Se concluye que la evaluación del diseño sismorresistente del edificio multifamiliar de cinco niveles a través de la metodología del Análisis Estático No Lineal Pushover es satisfactoria ya que determino el desempeño real de la estructura cuando ocurra un evento sísmico.
- A través del análisis sísmico a través de la norma de diseño sismorresistente E.030 2018 se identificó los desplazamientos máximos en los ejes X e Y, observando que estas superan el límite de desplazamiento en los dos ejes desde el nivel 2 al último nivel.
- La metodología Pushover o “empuje”, nos permite determinar el nivel de desempeño sísmico que genera el edificio multifamiliar por medio de un análisis de deformación de los elementos estructurales, el cual permite evaluar el nivel de daño que obtiene cada elemento y de manera se considera a través de los parámetros del Comité VISION2000 SEAOC el nivel de desempeño que esta estructura tiene a través de la curva de capacidad.
- Los resultados obtenidos se concluyen que el nivel de desempeño sísmico que obtiene la estructura es el inesperado, para fines académicos el investigador sostiene que el nivel de desempeño sísmico que presenta la estructura es Pre - colapso en los dos sentidos. Como parte del tercer objetivo específico, se verifico que en el sentido en X e Y ocurre la falla en columnas y vigas superando los desplazamientos máximos o derivas, por lo cual se requiere rediseñar la estructura para evitar un futuro desastre ante la presencia de un siniestro.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda el uso de la metodología del análisis estático no lineal Pushover para evaluar el diseño sismorresistente de una estructura sea cual sea la categoría que ofrece a las personas.
- Para realizar un correcto diseño sísmico para evitar cualquier falla en la estructura, se recomienda tener en cuenta la norma de diseño sismorresistente E.030 2018.
- Para edificaciones mayor de 5 niveles, sea cual sea su categoría es recomendable el sistema estructural dual (muros estructurales y pórticos) ya que permite mayor rigidez y ductilidad a la estructura y esta pueda tener una buena respuesta ante un siniestro.
- Para la aplicación de la metodología Pushover dentro del programa Etabs, es importante tener en cuenta de manera clara y precisa la información a ingresar al software, como la definición de los materiales, las dimensiones y dirección de las secciones, los patrones de cargas, entre otros.
- Según la filosofía sismorresistente de la norma E.030, así como también de las normas SEAOC del Comité Vision2000, se espera que el nivel de desempeño sísmico de una edificación común sea OPERACIONAL, por consiguiente se recomienda evaluar bajo la norma peruana E.030, la norma del SEAOC Vision2000 y la ATC - 40, si esta estructura incumple el límite de desplazamiento lateral, se debe rediseñar la estructura para evitar pérdidas estructurales, humanas y monetarias a futuro cuando ocurra un evento sísmico.

REFERENCIAS

ÁLVAREZ, Rafael y RUIZ, José. Análisis no lineal Pushover de un edificio público de 5 pisos rigidizado mediante pórticos espaciales dúctiles de hormigón armado. Revista de obras públicas: Órgano profesional de los ingenieros de caminos, canales y puertos. [en línea]. No. 3582, 2016. [Fecha de consulta: 20 de mayo de 2020].

Disponible en:

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5786794>

ISSN: 0034 – 8619

AVILA, Gabriela. Evaluación del coeficiente de reducción (R) de una estructura aporticada con el análisis estático no lineal, San Martín de Porres, Lima – 2018. Tesis (título de ingeniero civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2018.

Disponible en:

<http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/22436>

BUENDIA, Leonor, COLAS, María y HERNANDEZ, Fuensantana. Métodos de investigación en psicopedagogía. Madrid: Ed. Cristina Casado Lumbreras. 1998, 363 pp.

ISBN: 84 – 481 – 1254 – 7

BLANCO, Antonio. Estructuración y diseño de edificaciones de concreto armado. Lima: Capítulo de ingeniería civil, 1997.

Tipos de losas de concreto armado. [en línea]. León, setiembre 2015. [Fecha de consulta: 25 de junio de 2020].

Disponible en:

<https://artchist.blogspot.com/2015/09/elemento-constructivo-tipos-de-losas-de.html>

CALCINA, Ramón. Evaluación del desempeño sísmico de un edificio de once pisos utilizando análisis estático y dinámico no – lineal. Tesis (magister en ingeniería civil). Tacna: Universidad privada de Tacna, 2017.

Disponible en:

http://repositorio.upt.edu.pe/bitstream/UPT/499/1/Calcina_Pena_Ramon.pdf

CARRASCO, Sergio. Metodología de la investigación científica. Lima: Ed. San Marcos. 2006, 476 pp.

ISBN: 978 – 9972 – 38 – 344 – 1

CHAVEZ, Xennia. Evaluación por desempeño mediante un análisis no lineal estático del módulo I, del bloque A, del hospital Daniel Alcides Carrión, de la provincia de Huancayo, región Junín. Tesis (título de ingeniero civil). Huancayo: Universidad Continental, 2017.

Disponible en:

<https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/3769>

CORREA, María. Análisis estático no lineal aplicado al diseño sismorresistente del bloque N° 02 de aulas del Colegio Militar Elías Aguirre – Chiclayo”. Tesis (título de ingeniero civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2019.

Disponible en:

<http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/36959>

DUARTE, Cesar, MARTINEZ, Marlon y SANTAMARIA, José. Análisis estático no lineal (Pushover) del cuerpo central del edificio de la facultad de medicina de la universidad de El Salvador. Tesis (título de ingeniero civil). Ciudad Universitaria: Universidad de El Salvador, 2017.

Disponible en:

<https://fddocuments.es/document/analisis-estatico-no-lineal-pushover-del-riuesedusv134051analisis.html>

EL – BETAR, Sameh. Seismic vulnerability evaluation of existing R.C. buildings. [En línea]. HBRC Journal: Reino Unido. 17 de mayo de 2019. [Fecha de consulta: 20 de junio de 2020].

Disponible en:

<https://doi.org/10.1016/j.hbrcj.2016.09.002>

GONZALES, Carlos. Las condiciones para que un edificio sea considerado como sismorresistente. [en línea]. La República: Lima. 15 de setiembre de 2017. [Fecha de consulta: 16 de abril de 2020].

Disponible en:

<https://www.larepublica.co/infraestructura/las-condiciones-para-que-un-edificio-sea-considerado-como-sismorresistente-2548545>

HAKIM, Riza. Seismic assessment of RC building using pushover analysis. International Journal of Engineering and Technology Development. [en línea]. Vol. 1, No.3, diciembre 2013. [Fecha de consulta: 03 de mayo de 2020].

Disponible en:

<https://media.neliti.com/media/publications/242510-seismic-assessment-of-rc-building-using-33b2dec0.pdf>

ISSN: 2337 – 3180

HERNANDEZ, Roberto y MENDOZA, Christian. Metodología de la investigación. 2ª ed. México: McGraw – Hill. 2018, 752 pp.

ISBN: 9781456260965

HERNANDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. Metodología de la investigación. 6.ª ed. México: McGraw-Hill / Interamericana. 2014, 600 pp.

ISBN: 978-1-4562-2396-0

KERLINGER, Fred. Investigación del comportamiento: técnicas y comportamiento. México: Editorial interamericana. 2002, 808 pp.

ISBN: 9789701030707

LLOCLLA, Enrique. Evaluación del riesgo sísmico en los distritos de Ica, Parcona y La Tinguiña. [En línea]. mayo de 2005. [Fecha de consulta: 15 de agosto de 2020].

Disponible en:

http://sinpad.indeci.gob.pe/IntranetOracle/Documentos/Informe_riesgos_sismico_lca_parte1.pdf

MENDEZ, Carlos. Metodología: diseño y desarrollo del proceso de investigación con énfasis en ciencias empresariales. [en línea] 4ª ed. México D.F.: Limusa S.A., 2007. [Fecha de consulta: 24 de junio de 2020].

Disponible en:

<https://es.slideshare.net/Skepper63/justificacin-de-la-investigacin-carlos-mendez>

ISBN:

978 – 958 – 96 – 6698 – 2

NAVARRO, Cesar y FERNANDEZ, Jhonny. Desempeño sísmico de un edificio aporticado de seis pisos diseñado con las normas peruanas de edificaciones. Tesis (título de ingeniero civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2006.

Disponible en:

http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/163/FERNANDEZ_JHONNY_DESEMPE%c3%91O_SISMICO_%20EDIFICIO_APORTICADO_SESIS_PISOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y

NUÑEZ, María. Las variables: estructura y función en la hipótesis. [en línea]. Vol. 11, No. 20, junio – diciembre, 2007. [Fecha de consulta: 26 de agosto de 2020].

Disponible en:

<https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/educa/article/view/4785>

ISSN: 17285852

RAMOS, Sonia. Análisis y evaluación de la distribución espacial de la sismicidad y lagunas sísmicas presentes en el borde occidental de Sudamérica. Tesis (Título de ingeniera geofísica). Arequipa: Universidad nacional de San Agustín de Arequipa, 2017.

Disponible en:

<https://repositorio.igp.gob.pe/handle/IGP/3185>

RUIZ, José. Desempeño sísmico de tres geometrías en edificios de cinco niveles por el método no lineal en el Perú en el año 2017. Tesis (título de ingeniería civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2017.

Disponible en:

<http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/33216>

SANCHEZ, Jorge. Evaluación del desempeño sísmico de una edificación esencial, aplicando metodologías no lineales estáticas, 2017. Tesis (título de ingeniero civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2018.

Disponible en:

<http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/31368>

SAPKOTA, Suman. Seismic capacity evaluation of reinforced concrete buildings using pushover analysis. Tesis (Título de ingeniero civil). Ohio: The University of Toledo, 2018.

Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/327853321_Seismic_Capacity_Assessment_of_Existing_RC_Building_by_Using_Pushover_Analysis

PURCA, Ronald. Resumen: ATC – 40. Cap. 8 Procedimiento de análisis estático no lineal. Lima: s.n., 2015.

VALDERRAMA, Santiago. Pasos para elaborar proyectos de investigación científica: cuantitativa, cualitativa y mixta. 2da ed. Lima: San Marcos E.I.R.L. 2013, 469 pp.

ISBN: 978 – 9972 – 38 – 041 -9

VALENCIA, Jairo. Análisis del método modal push – over y su incidencia en el cálculo de pórticos de hormigón armado en el cantón de Ambato. Tesis (Título de ingeniero civil). Ambato: Universidad Técnica de Ambato, 2012.

Disponible en:

<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/2101?mode=full>

VERGARA, Victoria y ZEVALLOS, Mario. Análisis sísmico por desempeño estático no lineal de un edificio de 6 niveles en la ciudad de Trujillo, La Libertad. Tesis (título de ingeniero civil). Trujillo: Universidad privada Antenor Orrego, 2014.

Disponible en:

http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/585/1/VERGARA_ALBERTO_ANALISIS_SISMICO_DESEMPE%c3%91O.pdf

VILLARREAL, Genner. Ingeniería sismorresistente prácticas y exámenes UPC. [en línea] 2ª ed. Trujillo: Editora & Imprenta Grafica Norte S.R.L., 2013. [Fecha de consulta 15 de mayo de 2020].

Disponible en:

<https://ingjeltoncalero.files.wordpress.com/2014/02/libro-ingenieria-sismo-resistente-prc3a1cticas-y-exc3a1menes-upc.pdf>

ISBN: 978 – 612 – 00 – 1175 – 1

Clases de vigas en concreto armado. [en línea]. Isla margarita: Muñoz, A. (13 de marzo de 2018). [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2020].

Disponible en:

<http://infobasicingcivil.blogspot.com/2018/03/clase-de-vigas-en-concreto-armado.html>

CONCYTEC. Reglamento de calificación, clasificación y registro de los investigadores del sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación tecnológica – reglamento RENACYT. [fecha de consulta: 15 de junio de 2020].

Disponible en:

https://portal.concytec.gob.pe/images/renacyt/reglamento_renacyt_version_final.pdf

METODO del Pushover – análisis estático no lineal (webinar). [en línea]. Saavedraonline: web de Carlos Saavedra. [Fecha de consulta: 15 de junio de 2020].

Disponible en:

<https://saavedraonline.wordpress.com/2018/05/30/metodo-del-pushover-analisis-estatico-no-lineal-webinar/>

La operacionalización de variables y la matriz de consistencia en investigaciones PLS – SEM. [En Línea]. Universidad Antúnez de Mayolo: Lirio, F. (febrero de 2020). [fecha de consulta 20 de abril de 2020]

Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/339435553_La_operacionalizacion_de_variables_y_la_matriz_de_consistencia_en_investigaciones_PLS-SEM

Las construcciones peruanas frente a los sismos. Perú: Lima. Maeshiro, A., (5 de octubre de 2015). [Fecha de consulta: 14 de abril de 2020].

Disponible en:

<https://puntoedu.pucp.edu.pe/noticias/las-construcciones-peruanas-frente-a-los-sismos/>

Losa aligerada. [en línea]. Lima: Maestro constructor. (15 de mayo de 2019). [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2020].

Disponible en:

<https://www.construyebien.com/images/pdf/Losa-aligerada.pdf>

Reforzamiento de columnas. [en línea]. Lima: Maestro constructor. (27 de junio de 2019). [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2020].

Disponible en:

<https://www.construyebien.com/blog/reforzamiento-columnas/>

¿Qué es la sismorresistencia? [en línea]. Yucatán: Orozco, J. (14 de junio de 2019). [Fecha de consulta 25 de mayo de 2020].

Disponible en:

<https://blog.laminasyaceros.com/blog/qu%C3%A9-es-la-sismorresistencia>

ACI 318-14. Building Code Requirements for Structural Concrete. Estados Unidos, 2014.

ATC – 40. Seismic evaluation and retrofit of concrete buildings. California, 1996, 334 pp.

AUTODESK, Autodesk AutoCAD 2018 Inc. USA, 2017.

CSI Analysis Reference Manual for Etabs. Manual de usuario para análisis estructural en Etabs. California, 2016, 96 pp.

FEMA 440. Improvement of Non-Linear Static Seismic Analysis Procedures. Washington, 2005, 392pp.

Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Norma Técnica de Edificación NTE – E030 Diseño Sismorresistente. Lima, 2018, 32 pp.

Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Norma Técnica de Edificación NTE – E060 Norma de Concreto Armado. Lima, 2006, 205 pp.

Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Norma Técnica de edificación NTE – E020 Norma de Cargas. Lima, 2006, 154 pp.

SEAOC – VISION 2000. Conceptual Framework for Performance Based Seismic Engineering of

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

Evaluación del diseño sismorresistente aplicando un análisis sísmico no lineal de un edificio multifamiliar, San Juan de Lurigancho, 2020						
Problema	Objetivo	Hipotesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
Problema General	Objetivo General	Hipotesis General	Variable Independiente (X) Análisis sísmico no lineal	Metodo pushover	Curva de capacidad	a) Norma E.030 Diseño Sismorresistente b) FEMA 440 c) ATC -40 d) Plantillas excel e) Software Etabs f) Analisis Sismico No Lineal
¿Qué parámetros evalúa el análisis sísmico no lineal en el diseño sismorresistente de un edificio multifamiliar?	Evaluar el diseño sismorresistente del edificio multifamiliar aplicando un análisis sísmico no lineal.	El análisis sísmico no lineal verifica el diseño sismorresistente del edificio multifamiliar.			Rotulas plasticas	
Problemas Especificos	Objetivos Especificos	Hipotesis Especificas			Desempeño sísmico	
1. ¿Las derivas exceden el límite de desplazamiento sísmico?	Determinar si las derivas exceden el límite de desplazamiento sísmico del edificio multifamiliar.	El análisis sísmico no lineal verifica que las derivas no exceden el límite de desplazamiento sísmico del edificio multifamiliar.	Variable Dependiente (Y)	Diseño sismorresistente	Parametros sismorresistentes	
2. ¿Qué elementos estructurales fallan al aplicar el análisis sísmico no lineal en el edificio multifamiliar?	Determinar qué elementos estructurales fallan al aplicar el análisis sísmico no lineal en el edificio multifamiliar.	El análisis sísmico no lineal identifica que elementos estructurales fallan en El edificio multifamiliar.			Desplazamientos	
3. ¿Cuál es el desempeño sísmico del edificio multifamiliar?	Determinar el nivel de desempeño sísmico del edificio multifamiliar.	El análisis sísmico no lineal determina que el edificio multifamiliar presenta un nivel operacional.		Edificio multifamiliar	Descripción de la estructura	
					Metrado de cargas	

Anexo 2: Matriz de Operacionalización

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN					
Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Escala
Variable independiente (X) Análisis sísmico no lineal	Según Calcina (2019, p.46) Es un tipo de análisis incremental que determina la curva de capacidad de una estructura o elemento, basándose en una aplicación de cargas laterales incrementales, hasta alcanzar un estado límite o condición de falla en la estructura.	Metodología de diseño sismorresistente que permite evaluar una estructura mediante fuerzas horizontales incrementales que determina las rotulas plásticas y el nivel de desempeño que esta presenta durante un evento sísmico.	Método Pushover	Curva de capacidad	Nominal
				Rotulas plásticas	Nominal
				Desempeño sísmico	Ordinal
Variable dependiente (Y) Diseño sismorresistente	Según Villarreal (2013, p.5) el diseño sismorresistente tiene como objetivo que las edificaciones sean capaces de resistir cargas inesperadas, y tenga un comportamiento adecuado ante un sismo.	Metodología de diseño sismorresistente que tiene como objetivo brindar una capacidad de resistencia y rigidez a una estructura con el fin de resistir un siniestro.	Diseño sismorresistente	Parámetros sismorresistentes	Ordinal
				Desplazamientos	Razón
			Edificio multifamiliar	Descripción de la estructura	Nominal
				Metrado de cargas	Nominal

Anexo 3: Declaratoria de autenticidad del autor

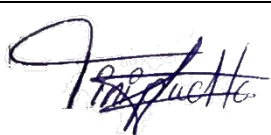
Yo, Alvaro Johnny Tinipuclla Gutierrez, egresado de la Facultad de ingeniería y arquitectura y Escuela Profesional de ingeniería civil de la Universidad Cesar Vallejo (Sede Lima Norte), declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan a la Tesis titulada:

“Evaluación del diseño sismorresistente aplicando un análisis sísmico no lineal de un edificio multifamiliar, San Juan de Lurigancho, 2020”, es de mi autoría, por lo tanto, declaro que el Trabajo de Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad Cesar Vallejo.

Lima, 28 de noviembre de 2020

Tinipuclla Gutierrez, Alvaro Johnny	
DNI: 73186264	Firma: 
ORCID: 0000 – 0002 – 1017 – 4114	

Anexo 4: Declaratoria de autenticidad del docente

Yo, Raúl Antonio Pinto Barrantes, docente de la Facultad de ingeniería y arquitectura y Escuela Profesional de ingeniería civil de la Universidad Cesar Vallejo (Sede Lima Norte), declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan a la Tesis titulada:

“Evaluación del diseño sismorresistente aplicando un análisis sísmico no lineal de un edificio multifamiliar, San Juan de Lurigancho, 2020”, del autor Alvaro Johnny Tinipuclla Gutierrez, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender el trabajo de investigación / tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo. En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lima, 28 de noviembre de 2020

Pinto Barrantes, Raúl Antonio	
DNI:	Firma:
ORCID: 0000 – 0002 – 9573 – 0182	

Anexo 5: Memoria de Calculo análisis sísmico lineal

El edificio es una vivienda multifamiliar, ubicada en el distrito de San Juan de Lurigancho, presenta un suelo S3 (Según EMS), con los datos recopilados calculamos los siguientes datos:

Propiedades del material:

Concreto en columnas y vigas $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

Acero de refuerzo $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

Datos generales

Número de pisos: 5

$H_1 = 3.75 \text{ m}$

$H_{2-5} = 2.80 \text{ m}$

Parámetros sísmicos:

$H_n =$	14.95 m	Altura del edificio
$C_T =$	35.00	Coeficiente de periodo fundamental
$T =$	0.43	Periodo fundamental
$T_L =$	2.50	Periodo que define el inicio de la zona C
$T_P =$	0.40	Periodo que define el factor C
$R_0 =$	8.00	Coeficiente de reducción (Porticos)
$I_p =$	1.00	Irregularidad en planta
$I_a =$	1.00	Irregularidad en altura

Coeficiente de la cortante basal

$Z =$	0.45	Zonificación sísmica
$U =$	1.00	Categoría de uso
$C =$	2.34	Factor amplificación sísmica
$S =$	1.05	Perfil de suelo
$R =$	8.00	Reducción de fuerzas
$V =$	0.14	

Evaluación según E.030 2018

$$\begin{aligned} k &= 1.00 \\ C/R &= 0.29 > 0.11 \text{ Ok cumple} \end{aligned}$$

Cálculo del peso sísmico

Piso: 5° nivel						
Carga muerta	N° veces	P.E. concreto (Tn/m³)	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Carga (Tn)
Losa aligerada	1.00	2.40	2.60	0.60	0.20	0.75
	1.00	2.40	2.55	0.75	0.20	0.92
	1.00	2.40	0.60	0.75	0.20	0.22
	1.00	2.40	3.40	2.60	0.20	4.24
	1.00	2.40	3.40	2.55	0.20	4.16
	1.00	2.40	3.40	0.60	0.20	0.98
	1.00	2.40	Area =	7.41	0.20	3.56
	1.00	2.40	3.30	2.55	0.20	4.04
	1.00	2.40	3.30	0.75	0.20	1.19
	1.00	2.40	3.30	2.60	0.20	4.12
	1.00	2.40	3.3	2.55	0.20	4.04
	1.00	2.40	3.30	0.60	0.20	0.95
	1.00	2.40	4.10	2.60	0.20	5.12
	1.00	2.40	Area =	5.88	0.20	2.82
	1.00	2.40	2.05	0.75	0.20	0.74
Vacío (-)	1.00	2.40	1.45	1	0.20	0.70
	1.00	2.40	Area =	4.96	0.20	2.38
	1.00	2.40	Area =	1.65	0.20	0.79
Viga V-P (Long)	1.00	2.40	4.45	0.30	0.50	1.60
	1.00	2.40	3.30	0.30	0.50	1.19
	1.00	2.40	4.45	0.30	0.50	1.60
	1.00	2.40	1.90	0.30	0.50	0.68
Viga V-P (Trans)	2.00	2.40	2.65	0.30	0.50	1.91
	4.00	2.40	2.55	0.30	0.50	3.67
	2.00	2.40	5.10	0.30	0.50	3.67
Viga V-P1 (Long)	3.00	2.40	3.30	0.25	0.50	2.97
	1.00	2.40	4.00	0.25	0.50	1.20
Viga V-CH	1.00	2.40	1.95	0.30	0.20	0.28
	1.00	2.40	0.75	0.30	0.20	0.11
	1.00	2.40	10.60	0.30	0.20	1.53
	1.00	2.40	4.10	0.30	0.20	0.59
Columna C-1	6.00	2.40	0.45	0.30	2.80	5.44
Columna C-2	3.00	2.40	0.40	0.30	2.80	2.42
Columna C-3	2.00	2.40	0.25	0.25	2.80	0.84
Columna C-4	1.00	2.40	0.25	0.25	2.80	0.42
Columna C-5	1.00	2.40	0.45	0.15	2.80	0.45
Carga muerta =						64.54
Carga Viva	N° veces	Sobrecarga (Tn/m²)	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Carga (Tn)
Techo	1.00	0.2	6.75	16.5	-	22.28
Carga viva =						5.57
Peso 5° nivel =						70.11

Piso: 4° nivel						
Carga muerta	N° veces	P.E. concreto (Tn/m ³)	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Carga (Tn)
Losa aligerada	1.00	2.40	2.60	0.60	0.20	0.75
	1.00	2.40	2.55	0.75	0.20	0.92
	1.00	2.40	0.60	0.75	0.20	0.22
	1.00	2.40	3.40	2.60	0.20	4.24
	1.00	2.40	3.40	2.55	0.20	4.16
	1.00	2.40	3.40	0.60	0.20	0.98
	1.00	2.40	Area =	7.41	0.20	3.56
	1.00	2.40	3.30	2.55	0.20	4.04
	1.00	2.40	3.30	0.75	0.20	1.19
	1.00	2.40	3.30	2.60	0.20	4.12
	1.00	2.40	3.3	2.55	0.20	4.04
	1.00	2.40	3.30	0.60	0.20	0.95
	1.00	2.40	4.10	2.60	0.20	5.12
	1.00	2.40	Area =	5.88	0.20	2.82
	1.00	2.40	2.05	0.75	0.20	0.74
Vacío (-)	1.00	2.40	1.45	1	0.20	0.70
	1.00	2.40	Area =	4.96	0.20	2.38
	1.00	2.40	Area =	1.65	0.20	0.79
Viga V-P (Long)	1.00	2.40	4.45	0.30	0.50	1.60
	1.00	2.40	3.30	0.30	0.50	1.19
	1.00	2.40	4.45	0.30	0.50	1.60
	1.00	2.40	1.90	0.30	0.50	0.68
Viga V-P (Trans)	2.00	2.40	2.65	0.30	0.50	1.91
	4.00	2.40	2.55	0.30	0.50	3.67
	2.00	2.40	5.10	0.30	0.50	3.67
Viga V-P1 (Long)	3.00	2.40	3.30	0.25	0.50	2.97
	1.00	2.40	4.00	0.25	0.50	1.20
Viga V-CH	1.00	2.40	1.95	0.30	0.20	0.28
	1.00	2.40	0.75	0.30	0.20	0.11
	1.00	2.40	10.60	0.30	0.20	1.53
	1.00	2.40	4.10	0.30	0.20	0.59
Columna C-1	6.00	2.40	0.45	0.30	2.80	5.44
Columna C-2	3.00	2.40	0.40	0.30	2.80	2.42
Columna C-3	2.00	2.40	0.25	0.25	2.80	0.84
Columna C-4	1.00	2.40	0.25	0.25	2.80	0.42
Columna C-5	1.00	2.40	0.45	0.15	2.80	0.45
Carga muerta =						64.54
Carga Viva	N° veces	Sobrecarga (Tn/m ²)	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Carga (Tn)
Techo	1.00	0.2	6.75	16.5	-	22.28
Carga viva =						5.57
Peso 4° nivel =						70.11

Piso: 3° nivel						
Carga muerta	N° veces	P.E. concreto (Tn/m ³)	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Carga (Tn)
Losa aligerada	1.00	2.40	2.60	0.60	0.20	0.75
	1.00	2.40	2.55	0.75	0.20	0.92
	1.00	2.40	0.60	0.75	0.20	0.22
	1.00	2.40	3.40	2.60	0.20	4.24
	1.00	2.40	3.40	2.55	0.20	4.16
	1.00	2.40	3.40	0.60	0.20	0.98
	1.00	2.40	Area =	7.41	0.20	3.56
	1.00	2.40	3.30	2.55	0.20	4.04
	1.00	2.40	3.30	0.75	0.20	1.19
	1.00	2.40	3.30	2.60	0.20	4.12
	1.00	2.40	3.3	2.55	0.20	4.04
	1.00	2.40	3.30	0.60	0.20	0.95
	1.00	2.40	4.10	2.60	0.20	5.12
	1.00	2.40	Area =	5.88	0.20	2.82
	1.00	2.40	2.05	0.75	0.20	0.74
Vacío (-)	1.00	2.40	1.45	1	0.20	0.70
	1.00	2.40	Area =	4.96	0.20	2.38
	1.00	2.40	Area =	1.65	0.20	0.79
Viga V-P (Long)	1.00	2.40	4.45	0.30	0.50	1.60
	1.00	2.40	3.30	0.30	0.50	1.19
	1.00	2.40	4.45	0.30	0.50	1.60
	1.00	2.40	1.90	0.30	0.50	0.68
Viga V-P (Trans)	2.00	2.40	2.65	0.30	0.50	1.91
	4.00	2.40	2.55	0.30	0.50	3.67
	2.00	2.40	5.10	0.30	0.50	3.67
Viga V-P1 (Long)	3.00	2.40	3.30	0.25	0.50	2.97
	1.00	2.40	4.00	0.25	0.50	1.20
Viga V-CH	1.00	2.40	1.95	0.30	0.20	0.28
	1.00	2.40	0.75	0.30	0.20	0.11
	1.00	2.40	10.60	0.30	0.20	1.53
	1.00	2.40	4.10	0.30	0.20	0.59
Columna C-1	6.00	2.40	0.45	0.30	2.80	5.44
Columna C-2	3.00	2.40	0.40	0.30	2.80	2.42
Columna C-3	2.00	2.40	0.25	0.25	2.80	0.84
Columna C-4	1.00	2.40	0.25	0.25	2.80	0.42
Columna C-5	1.00	2.40	0.45	0.15	2.80	0.45
Carga muerta =						64.54
Carga Viva	N° veces	Sobrecarga (Tn/m ²)	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Carga (Tn)
Techo	1.00	0.2	6.75	16.5	-	22.28
Carga viva =						5.57
Peso 3° nivel =						70.11

Piso: 2° nivel						
Carga muerta	N° veces	P.E. concreto (Tn/m ³)	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Carga (Tn)
Losa aligerada	1.00	2.40	2.60	0.60	0.20	0.75
	1.00	2.40	2.55	0.75	0.20	0.92
	1.00	2.40	0.60	0.75	0.20	0.22
	1.00	2.40	3.40	2.60	0.20	4.24
	1.00	2.40	3.40	2.55	0.20	4.16
	1.00	2.40	3.40	0.60	0.20	0.98
	1.00	2.40	Area =	7.41	0.20	3.56
	1.00	2.40	3.30	2.55	0.20	4.04
	1.00	2.40	3.30	0.75	0.20	1.19
	1.00	2.40	3.30	2.60	0.20	4.12
	1.00	2.40	3.3	2.55	0.20	4.04
	1.00	2.40	3.30	0.60	0.20	0.95
	1.00	2.40	4.10	2.60	0.20	5.12
	1.00	2.40	Area =	5.88	0.20	2.82
	1.00	2.40	2.05	0.75	0.20	0.74
Vacío (-)	1.00	2.40	1.45	1	0.20	0.70
	1.00	2.40	Area =	4.96	0.20	2.38
	1.00	2.40	Area =	1.65	0.20	0.79
Viga V-P (Long)	1.00	2.40	4.45	0.30	0.50	1.60
	1.00	2.40	3.30	0.30	0.50	1.19
	1.00	2.40	4.45	0.30	0.50	1.60
	1.00	2.40	1.90	0.30	0.50	0.68
Viga V-P (Trans)	2.00	2.40	2.65	0.30	0.50	1.91
	4.00	2.40	2.55	0.30	0.50	3.67
	2.00	2.40	5.10	0.30	0.50	3.67
Viga V-P1 (Long)	3.00	2.40	3.30	0.25	0.50	2.97
	1.00	2.40	4.00	0.25	0.50	1.20
Viga V-CH	1.00	2.40	1.95	0.30	0.20	0.28
	1.00	2.40	0.75	0.30	0.20	0.11
	1.00	2.40	10.60	0.30	0.20	1.53
	1.00	2.40	4.10	0.30	0.20	0.59
Columna C-1	6.00	2.40	0.45	0.30	2.80	5.44
Columna C-2	3.00	2.40	0.40	0.30	2.80	2.42
Columna C-3	2.00	2.40	0.25	0.25	2.80	0.84
Columna C-4	1.00	2.40	0.25	0.25	2.80	0.42
Columna C-5	1.00	2.40	0.45	0.15	2.80	0.45
Carga muerta =						64.54
Carga Viva	N° veces	Sobrecarga (Tn/m ²)	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Carga (Tn)
Techo	1.00	0.2	6.75	16.5	-	22.28
Carga viva =						5.57
Peso 2° nivel =						70.11

Piso: 1° nivel						
Carga muerta	N° veces	P.E. concreto (Tn/m ³)	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Carga (Tn)
Losa aligerada	1.00	2.40	2.60	0.60	0.20	0.75
	1.00	2.40	2.55	0.75	0.20	0.92
	1.00	2.40	0.75	0.60	0.20	0.22
	1.00	2.40	3.40	2.60	0.20	4.24
	1.00	2.40	3.40	2.55	0.20	4.16
	1.00	2.40	3.40	0.60	0.20	0.29
	1.00	2.40	3.30	2.60	0.20	4.12
	1.00	2.40	3.30	2.55	0.20	4.04
	1.00	2.40	3.30	0.75	0.20	1.19
	1.00	2.40	3.30	2.60	0.20	4.12
	1.00	2.40	3.30	2.55	0.20	4.04
	1.00	2.40	3.30	0.60	0.20	0.95
	1.00	2.40	4.10	2.60	0.20	5.12
	1.00	2.40	Area =	5.88	0.20	2.82
	1.00	2.40	2.05	0.75	0.20	0.74
Vacío (-)	1.00	2.40	2.05	0.75	0.20	0.74
	1.00	2.40	Area =	4.96	0.20	2.38
Viga V-P (Long)	1.00	2.40	4.45	0.30	0.50	1.60
	1.00	2.40	3.30	0.30	0.50	1.19
	1.00	2.40	4.45	0.30	0.50	1.60
	1.00	2.40	1.90	0.30	0.50	0.68
Viga V-P (Trans)	2.00	2.40	2.65	0.30	0.50	1.91
	4.00	2.40	2.55	0.30	0.50	3.67
	2.00	2.40	5.10	0.30	0.50	3.67
Viga V-P1 (Long)	3.00	2.40	3.30	0.25	0.50	2.97
	1.00	2.40	4.00	0.25	0.50	1.20
Viga V-CH	1.00	2.40	1.95	0.30	0.20	0.28
	1.00	2.40	0.75	0.30	0.20	0.11
	1.00	2.40	10.60	0.30	0.20	1.53
	1.00	2.40	4.10	0.30	0.20	0.59
Columna C-1	6.00	2.40	0.45	0.30	3.75	7.29
Columna C-2	3.00	2.40	0.40	0.30	3.75	3.24
Columna C-3	2.00	2.40	0.25	0.25	3.75	1.13
Columna C-4	1.00	2.40	0.25	0.25	3.75	0.56
Columna C-5	1.00	2.40	0.45	0.15	3.75	0.61
Carga muerta =						68.41
Carga Viva	N° veces	Sobrecarga (Tn/m ²)	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Carga (Tn)
Techo	1.00	0.2	6.75	16.5	-	22.28
Carga viva =						5.57
Peso 1° nivel =						73.98

Peso sísmico de la estructura: 354.43 Tn

Cálculo la cortante basal:

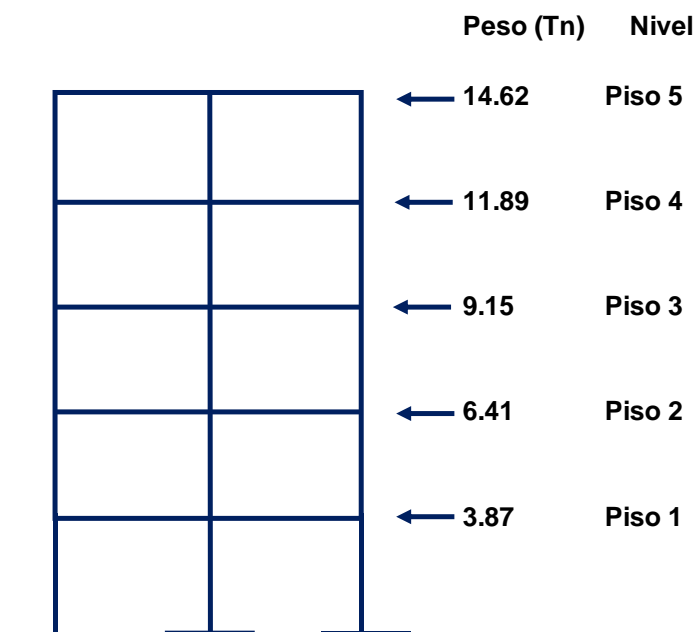
$$\begin{aligned}Z &= 0.45 \\U &= 1.00 \\C &= 2.19 \\S &= 1.05 \\R &= 8.00 \\P &= 354.43\end{aligned}$$

$$V_{\text{basal}} = 45.94$$

Cálculo de fuerzas horizontales:

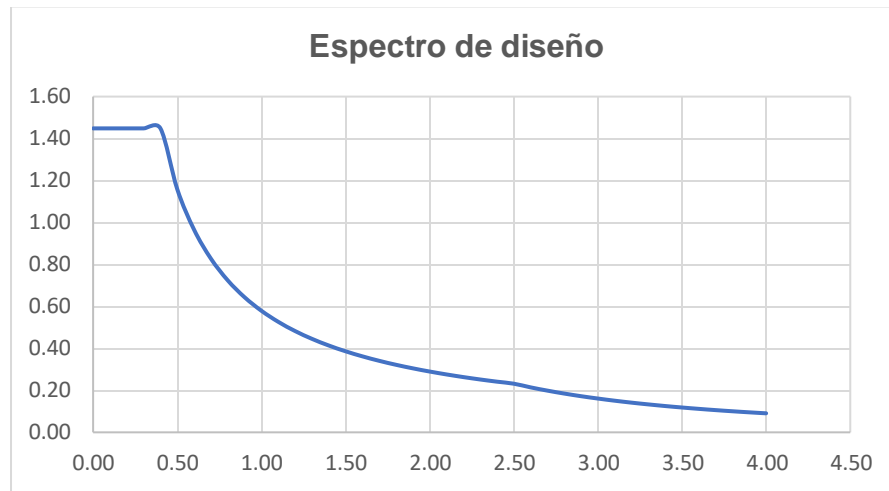
Nivel	Peso	Altura	$P_i \cdot (h_i)^k$	α_i	F_i
Nivel 5	70.11	14.95	1048.14	0.32	14.62
Nivel 4	70.11	12.15	851.84	0.26	11.89
Nivel 3	70.11	9.35	655.53	0.20	9.15
Nivel 2	70.11	6.55	459.22	0.14	6.41
Nivel 1	73.98	3.75	277.43	0.08	3.87
Total	354.42				

Distribución de fuerzas horizontales

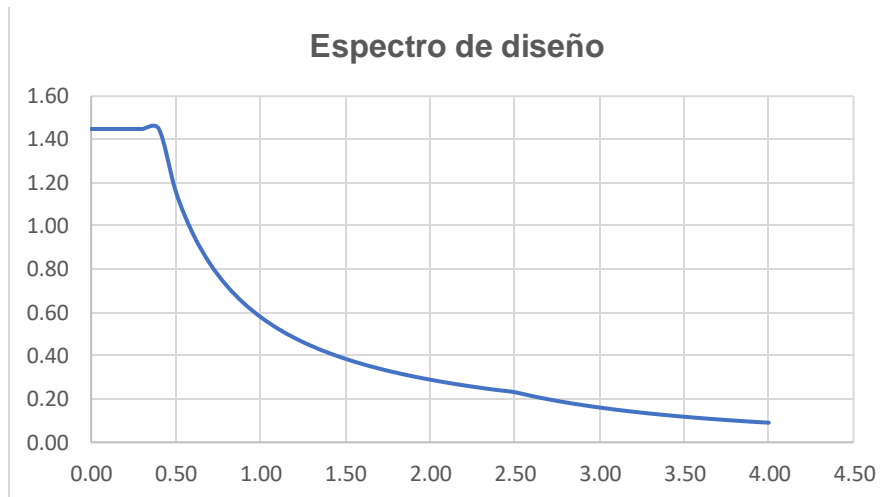


Espectros de diseño en X e Y

Espectro de diseño en X



Espectro de diseño en Y



Cálculos de derivas

Nivel	Ejes X - X		Ejes Y - Y	
	Deriva elastica	Deriva inelastica	Deriva elastica	Deriva inelastica
Piso 5	0.0025	0.01500	0.0021	0.0126
Piso 4	0.0024	0.01440	0.0019	0.0114
Piso 3	0.0020	0.01200	0.0017	0.0102
Piso 2	0.0015	0.00900	0.0012	0.0072
Piso 1	0.0080	0.04800	0.0007	0.0042

Análisis sísmico No lineal

Altura de entresijos – modelamiento etabs

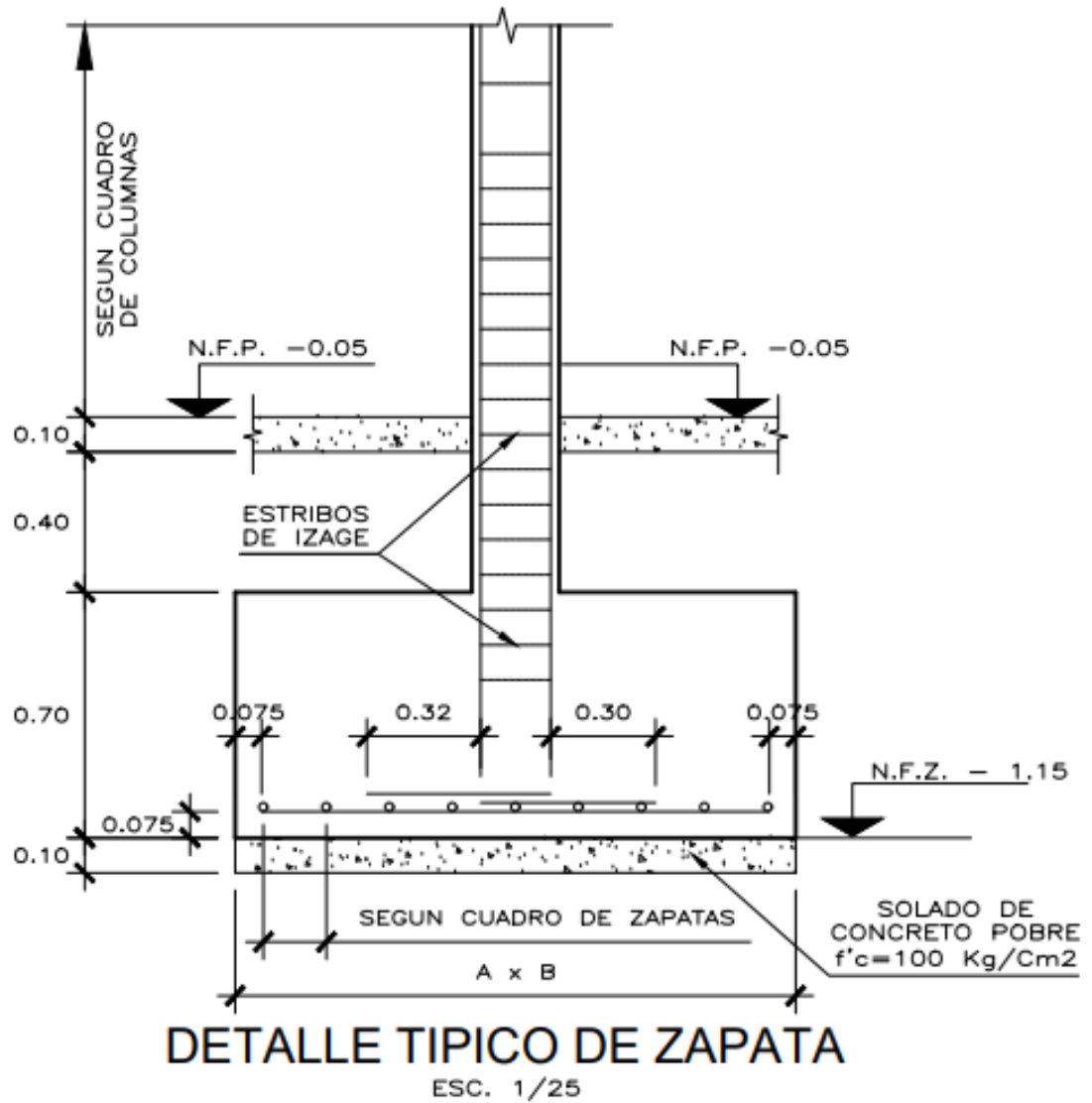
NIVEL	ALTURA (m)	ELEVACION (m)
PISO 5	2.80	14.95
PISO 5	2.80	12.15
PISO 3	2.80	9.35
PISO 2	2.80	6.65
PISO 1	3.75	3.75

Dimensionamiento de elementos estructurales

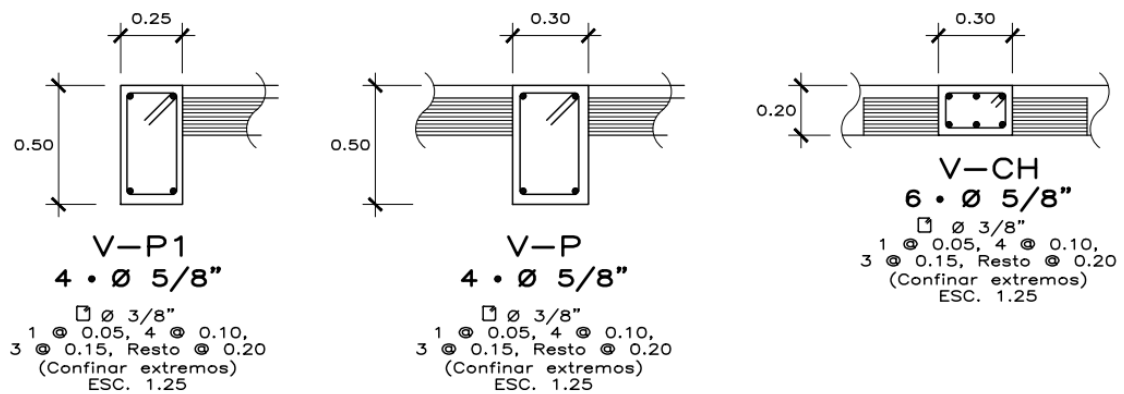
ELEMENTO ESTRUCTURAL	TIPO	DIMENSIONES (metros)	ACERO	ESTRIBO
Zapata	Z – 1	1.50 x 1.70	1/2" Ø 0.18m	No lleva
Viga	VP – 1	0.25 x 0.50	4" Ø 5/8"	3/8"
	V – P	0.30 x 0.50	4" Ø 5/8"	3/8"
	V – CH	0.30 x 0.20	6" Ø 5/8"	3/8"
Columna	C – 1	0.30 x 0.45	4" Ø 3/4" 2" Ø 3/4"	3/8"
	C – 2	0.30 x 0.40	6" Ø 5/8"	3/8"
	C – 3	0.30 x 0.30	4" Ø 5/8" 2" Ø 1/2"	3/8"
	C – 4	0.30 x 0.30	6" Ø 5/8"	1/4"
	C – 5	0.15 x 0.45	6" Ø 1/2"	1/4"
Losa	L – 1	H = 0.20m	1/4" Ø 0.25m	No lleva

Además, se pasa a detallar los elementos estructurales que participan en el edificio multifamiliar.

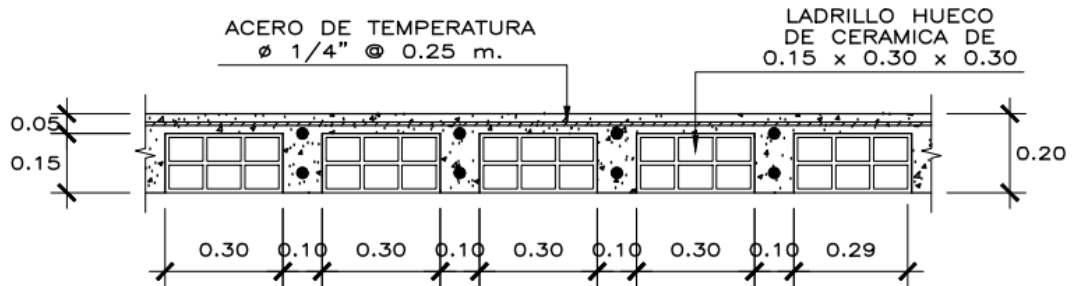
Detalle de la zapata



Detalle de vigas

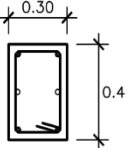
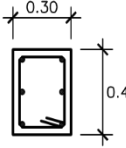
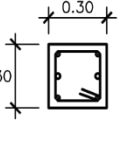
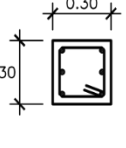
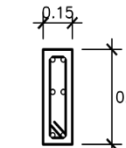












Detalle de losa aligerada



DETALLE DE ALIGERADO H=0.20

Detalle de columnas

CUADRO DE COLUMNAS						
TIPO		C - 1	C - 2	C - 3	C - 4	C - 5
DIMENSION						
		confinamiento  ambos extremos	confinamiento  ambos extremos	confinamiento  ambos extremos	confinamiento  ambos extremos	confinamiento  ambos extremos
1°PISO 2°PISO 3°PISO	ACERO	4 • Ø 3/4" + 2 • Ø 5/8"	6 • Ø 5/8"	4 • Ø 5/8" 2 • Ø 1/2"	6 • Ø 5/8"	6 • Ø 1/2"
	ESTRIBOS	1  Ø 3/8", 1 @ 0.05, 7 @ 0.10 Rto. @ 0.20	 Ø 3/8", 1 @ 0.05, 6 @ 0.10 Rto. @ 0.20	 Ø 3/8", 1 @ 0.05, 5 @ 0.10 Rto. @ 0.20	 Ø 1/4", 1 @ 0.05, 3 @ 0.10 Rto. @ 0.25	 Ø 1/4", 1 @ 0.05, 4 @ 0.10 Rto. @ 0.20
CANTIDAD		06 Unid.	03 Unid.	02 Unid.	01 Unid.	01 Unid.

Análisis sísmico no lineal (modelamiento en Etabs)

Una vez calculadas las derivas en cada nivel de la estructura, se pasa a evaluar la estructura mediante la metodología del análisis no lineal Pushover

Definición del material de concreto

Definición del concreto

The screenshot shows the 'Material Property Data' dialog box for a concrete material named 'C210'. The dialog is organized into several sections:

- General Data:** Material Name (C210), Material Type (Concrete), Directional Symmetry Type (Isotropic), Material Display Color (dark gray), and Material Notes (empty).
- Material Weight and Mass:** Radio buttons for 'Specify Weight Density' (selected) and 'Specify Mass Density'. Fields for Weight per Unit Volume (2.4 tonf/m³) and Mass per Unit Volume (0.244732 tonf·s²/m⁴).
- Mechanical Property Data:** Modulus of Elasticity, E (2170000 tonf/m²), Poisson's Ratio, U (0.15), Coefficient of Thermal Expansion, A (0.0000099 1/°C), and Shear Modulus, G (943478.26 tonf/m²).
- Design Property Data:** A button labeled 'Modify/Show Material Property Design Data...'. The 'Advanced Material Property Data' section is collapsed.
- Buttons:** 'OK' and 'Cancel' at the bottom.

Fuente: Software Etabs

Definición del material de acero

The screenshot shows the 'Material Property Data' dialog box for a steel material named 'A615GR60'. The dialog is organized into several sections:

- General Data:** Material Name (A615GR60), Material Type (Rebar), Directional Symmetry Type (Uniaxial), Material Display Color (blue), and Material Notes (empty).
- Material Weight and Mass:** Radio buttons for 'Specify Weight Density' (selected) and 'Specify Mass Density'. Fields for Weight per Unit Volume (7.85 tonf/m³) and Mass per Unit Volume (0.800477 tonf·s²/m⁴).
- Mechanical Property Data:** Modulus of Elasticity, E (20000000 tonf/m²) and Coefficient of Thermal Expansion, A (0.0000117 1/°C).
- Design Property Data:** A button labeled 'Modify/Show Material Property Design Data...'. The 'Advanced Material Property Data' section is collapsed.
- Buttons:** 'OK' and 'Cancel' at the bottom.

Fuente: Software Etabs

Definición de secciones

Columna C – 1

Frame Section Property Data

General Data

Property NameC-1

MaterialF'c = 210 kg/cm2

Notional Size DataModify/Show Notional Size...

Display ColorChange...

NotesModify/Show Notes...

Shape

Section ShapeConcrete Rectangular

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Depth0.3 m

Width0.45 m

Show Section Properties...

Frame Section Property Reinforcement Data

Design Type

☒ P-M2-M3 Design (Column)

☐ M3 Design Only (Beam)

Rebar Material

Longitudinal BarsFy = 4200 kg/cm2

Confinement Bars (Ties)Fy = 4200 kg/cm2

Reinforcement Configuration

☒ Rectangular

☐ Circular

Confinement Bars

☒ Ties

☐ Spirals

Check/Design

☐ Reinforcement to be Checked

☒ Reinforcement to be Designed

Longitudinal Bars

Clear Cover for Confinement Bars0.04 m

Number of Longitudinal Bars Along 3-dir Face3

Number of Longitudinal Bars Along 2-dir Face2

Longitudinal Bar Size and Area#50.0002 m²

Cornor Bar Size and Area#60.000284 m²

Confinement Bars

Confinement Bar Size and Area#30.000071 m²

Longitudinal Spacing of Confinement Bars (Along 1-Axis)0.1 m

Number of Confinement Bars in 3-dir3

Number of Confinement Bars in 2-dir3

OKCancel

Fuente: Software Etabs

Columna C – 2

Frame Section Property Data

General Data

Property NameC-2

MaterialF'c = 210 kg/cm2

Notional Size DataModify/Show Notional Size...

Display ColorChange...

NotesModify/Show Notes...

Shape

Section ShapeConcrete Rectangular

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Depth0.4 m

Width0.3 m

Show Section Properties...

Frame Section Property Reinforcement Data

Design Type

☒ P-M2-M3 Design (Column)

☐ M3 Design Only (Beam)

Rebar Material

Longitudinal BarsFy = 4200 kg/cm2

Confinement Bars (Ties)Fy = 4200 kg/cm2

Reinforcement Configuration

☒ Rectangular

☐ Circular

Confinement Bars

☒ Ties

☐ Spirals

Check/Design

☐ Reinforcement to be Checked

☒ Reinforcement to be Designed

Longitudinal Bars

Clear Cover for Confinement Bars0.04 m

Number of Longitudinal Bars Along 3-dir Face3

Number of Longitudinal Bars Along 2-dir Face2

Longitudinal Bar Size and Area#50.0002 m²

Cornor Bar Size and Area#50.0002 m²

Confinement Bars

Confinement Bar Size and Area#30.000071 m²

Longitudinal Spacing of Confinement Bars (Along 1-Axis)0.1 m

Number of Confinement Bars in 3-dir3

Number of Confinement Bars in 2-dir3

OKCancel

Fuente: Software Etabs

Definición C – 3

Frame Section Property Data

General Data

Property NameC-3

MaterialF'c = 210 kg/cm2

Notional Size Data

Display Color

Notes

Shape

Section ShapeConcrete Rectangular

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Depth0.3 m

Width0.3 m

Show Section Properties...

Frame Section Property Reinforcement Data

Design Type

☒ P-M2-M3 Design (Column)

☐ M3 Design Only (Beam)

Reinforcement Configuration

☒ Rectangular

☐ Circular

Longitudinal Bars

Clear Cover for Confinement Bars0.04 m

Number of Longitudinal Bars Along 3-dir Face3

Number of Longitudinal Bars Along 2-dir Face2

Longitudinal Bar Size and Area#50.0002 m²

Cornor Bar Size and Area#60.000284 m²

Confinement Bars

Confinement Bar Size and Area#30.000071 m²

Longitudinal Spacing of Confinement Bars (Along 1-Axis)0.1 m

Number of Confinement Bars in 3-dir3

Number of Confinement Bars in 2-dir3

OK

Cancel

Rebar Material

Longitudinal BarsFy = 4200 kg/cm2

Confinement Bars (Ties)Fy = 4200 kg/cm2

Check/Design

☐ Reinforcement to be Checked

☒ Reinforcement to be Designed

Fuente: Software Etabs

Definición C – 4

Frame Section Property Data

General Data

Property NameC-4

MaterialF'c = 210 kg/cm2

Notional Size Data

Display Color

Notes

Shape

Section ShapeConcrete Rectangular

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Depth0.3 m

Width0.3 m

Show Section Properties...

Frame Section Property Reinforcement Data

Design Type

☒ P-M2-M3 Design (Column)

☐ M3 Design Only (Beam)

Reinforcement Configuration

☒ Rectangular

☐ Circular

Longitudinal Bars

Clear Cover for Confinement Bars0.04 m

Number of Longitudinal Bars Along 3-dir Face3

Number of Longitudinal Bars Along 2-dir Face2

Longitudinal Bar Size and Area#50.0002 m²

Cornor Bar Size and Area#50.0002 m²

Confinement Bars

Confinement Bar Size and Area#30.000071 m²

Longitudinal Spacing of Confinement Bars (Along 1-Axis)0.1 m

Number of Confinement Bars in 3-dir3

Number of Confinement Bars in 2-dir3

OK

Cancel

Rebar Material

Longitudinal BarsFy = 4200 kg/cm2

Confinement Bars (Ties)Fy = 4200 kg/cm2

Check/Design

☐ Reinforcement to be Checked

☒ Reinforcement to be Designed

Fuente: Software Etabs

Definición C – 5

Frame Section Property Data

General Data

Property Name: C-5

Material: F'c = 210 kg/cm2

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Display Color: [Green] Change...

Notes: Modify/Show Notes...

Shape

Section Shape: Concrete Rectangular

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Depth: 0.45 m

Width: 0.15 m

Show Section Properties...

Frame Section Property Reinforcement Data

Design Type

☒ P-M2-M3 Design (Column)

☐ M3 Design Only (Beam)

Rebar Material

Longitudinal Bars: Fy = 4200 kg/cm2

Confinement Bars (Ties): Fy = 4200 kg/cm2

Reinforcement Configuration

☒ Rectangular

☐ Circular

Confinement Bars

☒ Ties

☐ Spirals

Check/Design

☐ Reinforcement to be Checked

☒ Reinforcement to be Designed

Longitudinal Bars

Clear Cover for Confinement Bars: 0.04 m

Number of Longitudinal Bars Along 3-dir Face: 3

Number of Longitudinal Bars Along 2-dir Face: 2

Longitudinal Bar Size and Area: #4 0.000129 m²

Corner Bar Size and Area: #4 0.000129 m²

Confinement Bars

Confinement Bar Size and Area: #3 0.000071 m²

Longitudinal Spacing of Confinement Bars (Along 1-Axis): 0.1 m

Number of Confinement Bars in 3-dir: 3

Number of Confinement Bars in 2-dir: 3

OK Cancel

Fuente: Software Etabs

Definición de viga V – CH

Frame Section Property Data

General Data

Property Name: V-CH

Material: F'c = 210 kg/cm2

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Display Color: [Yellow] Change...

Notes: Modify/Show Notes...

Shape

Section Shape: Concrete Rectangular

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Depth: 0.2 m

Width: 0.3 m

Show Section Properties...

Frame Section Property Reinforcement Data

Design Type

☐ P-M2-M3 Design (Column)

☒ M3 Design Only (Beam)

Rebar Material

Longitudinal Bars: Fy = 4200 kg/cm2

Confinement Bars (Ties): Fy = 4200 kg/cm2

Cover to Longitudinal Rebar Group Centroid

Top Bars: 0.06 m

Bottom Bars: 0.06 m

Reinforcement Area Overwrites for Ductile Beams

Top Bars at I-End: 0.000396 m²

Top Bars at J-End: 0.000396 m²

Bottom Bars at I-End: 0.000396 m²

Bottom Bars at J-End: 0.000396 m²

OK Cancel

Fuente: Software Etabs

Definición de viga V – P

Frame Section Property Data

General Data

Property NameV.P

MaterialF'c = 210 kg/cm2

Notional Size DataModify/Show Notional Size...

Display Color

NotesModify/Show Notes...

Shape

Section ShapeConcrete Rectangular

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Depth0.5

Width0.3

Show Section Properties...

Frame Section Property Reinforcement Data

Design Type

☐ P-M2-M3 Design (Column)

☒ M3 Design Only (Beam)

Rebar Material

Longitudinal BarsFy = 4200 kg/cm2

Confinement Bars (Ties)Fy = 4200 kg/cm2

Cover to Longitudinal Rebar Group Centroid

Top Bars0.06 m

Bottom Bars0.06 m

Reinforcement Area Overwrites for Ductile Beams

Top Bars at I-End0.000396 m²

Top Bars at J-End0.000396 m²

Bottom Bars at I-End0.000396 m²

Bottom Bars at J-End0.000396 m²

OKCancel

Fuente: Software Etabs

Definición de viga V – P1

Frame Section Property Data

General Data

Property NameV-P1

MaterialF'c = 210 kg/cm2

Notional Size DataModify/Show Notional Size...

Display Color

NotesModify/Show Notes...

Shape

Section ShapeConcrete Rectangular

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Depth0.5 m

Width0.25 m

Show Section Properties...

Frame Section Property Reinforcement Data

Design Type

☐ P-M2-M3 Design (Column)

☒ M3 Design Only (Beam)

Rebar Material

Longitudinal BarsFy = 4200 kg/cm2

Confinement Bars (Ties)Fy = 4200 kg/cm2

Cover to Longitudinal Rebar Group Centroid

Top Bars0.06 m

Bottom Bars0.06 m

Reinforcement Area Overwrites for Ductile Beams

Top Bars at I-End0.000396 m²

Top Bars at J-End0.000396 m²

Bottom Bars at I-End0.000396 m²

Bottom Bars at J-End0.000396 m²

OKCancel

Fuente: Software Etabs

definición de losa aligerada

Slab Property Data

General Data

Property Name: ALIG20C210

Slab Material: C210

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Modeling Type: Membrane

Modifiers (Currently Default): Modify/Show...

Display Color: Change...

Property Notes: Modify/Show...

☒ Use Special One-Way Load Distribution

Property Data

Type: Slab

Thickness: 0.00001 m

OK Cancel

Fuente: Software Etabs

Propiedad no lineal de vigas

Property/Stiffness Modification Factors

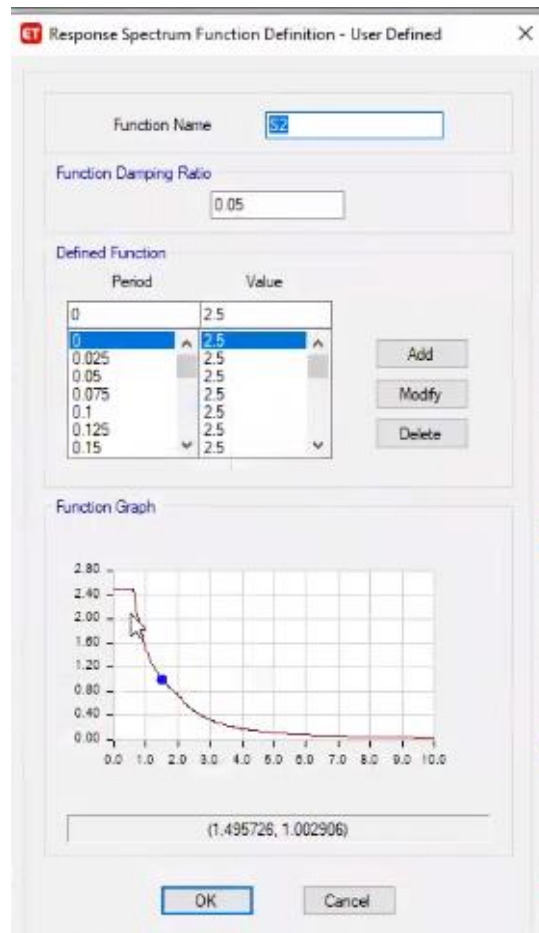
Property/Stiffness Modifiers for Analysis

Cross-section (axial) Area	1
Shear Area in 2 direction	1
Shear Area in 3 direction	1
Torsional Constant	1
Moment of Inertia about 2 axis	1
Moment of Inertia about 3 axis	1
Mass	1
Weight	1

OK Cancel

Fuente: Software Etabs

Ingreso del espectro de diseño



Fuente: Software Etabs

Asignación de masa

Mass Source Data

Mass Source Name: Mscr

Mass Source

- ☐ Element Self Mass
- ☐ Additional Mass
- ☒ Specified Load Patterns
- ☐ Adjust Diaphragm Lateral Mass to Move Mass Centroid by:
 - This Ratio of Diaphragm Width in X Direction
 - This Ratio of Diaphragm Width in Y Direction

Mass Multipliers for Load Patterns

Load Pattern	Multiplier
Dead	1
CV	0.25
CV TECHO	0.25
Dead	1

Buttons: Add, Modify, Delete

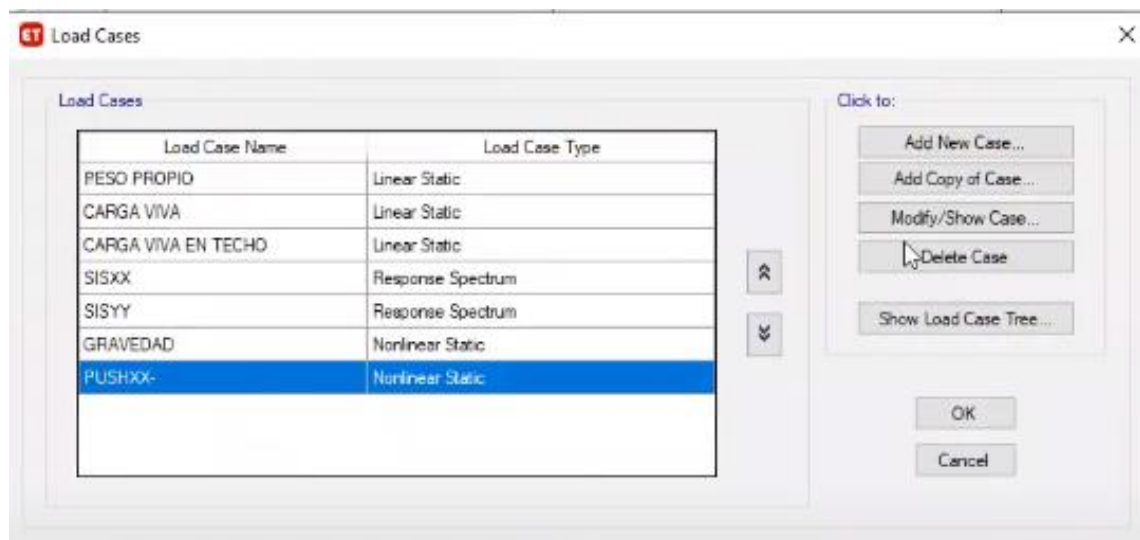
Mass Options

- ☒ Include Lateral Mass
- ☐ Include Vertical Mass
- ☒ Lump Lateral Mass at Story Levels

Buttons: OK, Cancel

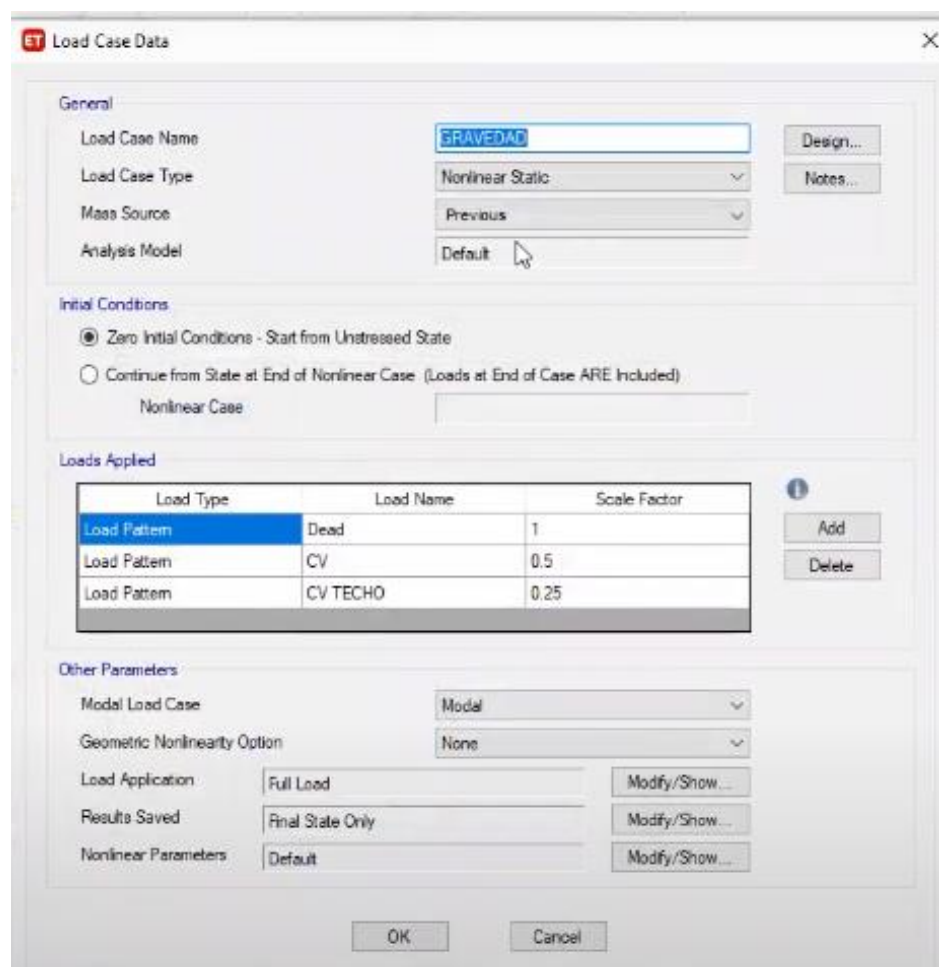
Fuente: Software Etabs

Asignación de fuerzas



Fuente: Software Etabs

Definición de carga gravitacional



Fuente: Software Etabs

Definición de carga pushover

The 'Load Case Data' dialog box is shown with the following settings:

- General:**
 - Load Case Name: PUSHXX
 - Load Case Type: Nonlinear Static
 - Mass Source: Previous
 - Analysis Model: Default
- Initial Conditions:**
 - ☒ Continue from State at End of Nonlinear Case (Loads at End of Case ARE Included)
 - Nonlinear Case: GRAVEDAD
- Loads Applied:**

Load Type	Load Name	Scale Factor
Acceleration	UX	1
- Other Parameters:**
 - Modal Load Case: Modal
 - Geometric Nonlinearity Option: None
 - Load Application: Displacement Control
 - Results Saved: Multiple States
 - Nonlinear Parameters: User Defined

Buttons: Design..., Notes..., Add, Delete, OK, Cancel.

Fuente: Software Etabs

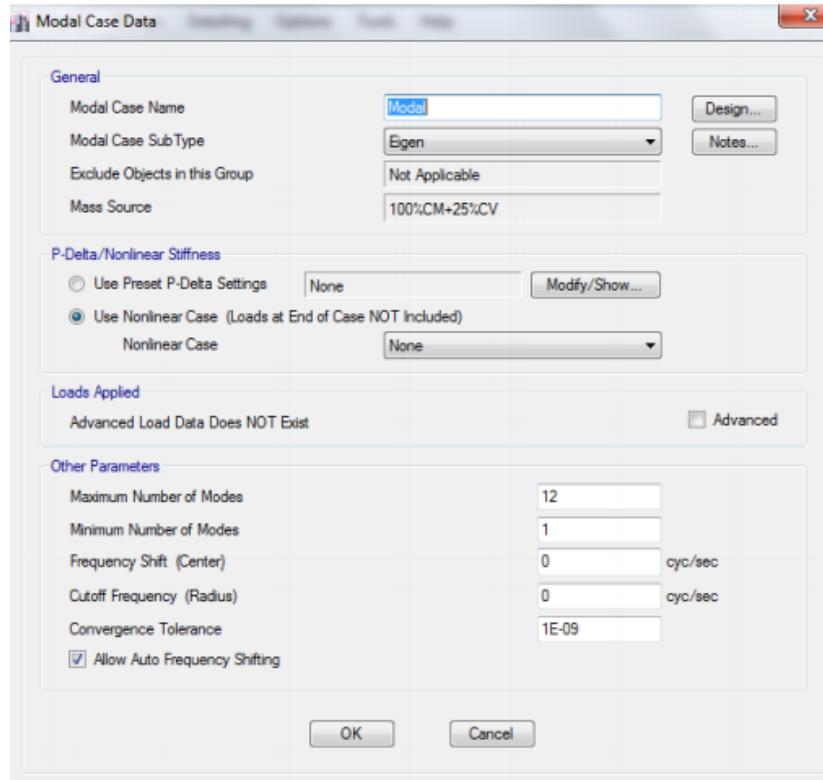
The 'Load Application Control for Nonlinear Static Analysis' dialog box is shown with the following settings:

- Load Application Control:**
 - ☒ Displacement Control
- Control Displacement:**
 - ☒ Use Monitored Displacement
 - Load to a Monitored Displacement Magnitude of: 0.35 m
- Monitored Displacement:**
 - ☒ DOF/Joint: U1, T5, 50
- Additional Controlled Displacements:**
 - None
- Quasi-static Parameters:**
 - Time History Type: Nonlinear Direct Integration History
 - Output Time Step Size: 1 sec
 - Mass Proportional Damping: 0 1/sec
 - Hilber-Hughes-Taylor Time Integration Parameter, Alpha: 0

Buttons: OK, Cancel.

Fuente: Software Etabs

Definición de modos de vibración



The Modal Case Data dialog box is used to define the parameters for a modal analysis. It includes sections for General settings, P-Delta/Nonlinear Stiffness, Loads Applied, and Other Parameters.

General

- Modal Case Name: Modal
- Modal Case SubType: Eigen
- Exclude Objects in this Group: Not Applicable
- Mass Source: 100%CM+25%CV

P-Delta/Nonlinear Stiffness

- ☐ Use Preset P-Delta Settings: None
- ☒ Use Nonlinear Case (Loads at End of Case NOT Included)
- Nonlinear Case: None

Loads Applied

- Advanced Load Data Does NOT Exist
- ☐ Advanced

Other Parameters

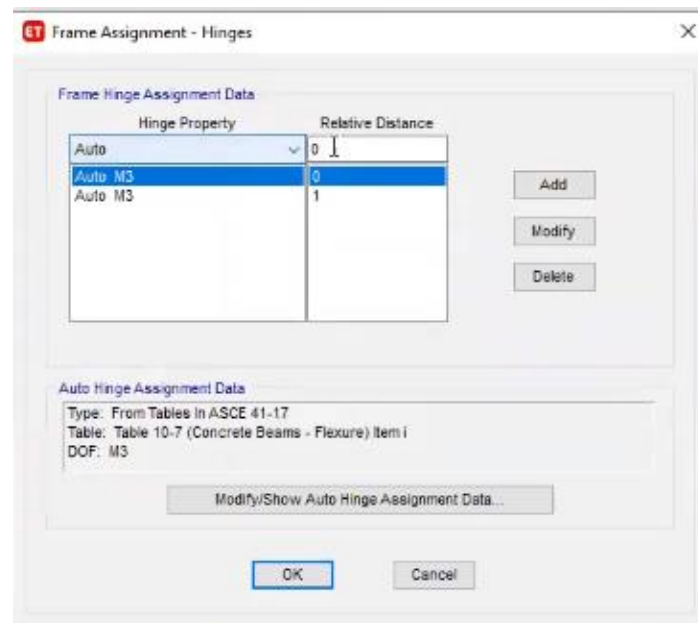
- Maximum Number of Modes: 12
- Minimum Number of Modes: 1
- Frequency Shift (Center): 0 c/c/sec
- Cutoff Frequency (Radius): 0 c/c/sec
- Convergence Tolerance: 1E-09
- ☒ Allow Auto Frequency Shifting

Buttons: OK, Cancel, Design..., Notes...

Fuente: Software Etabs

Ingreso de rotulas plásticas

Rotulas plásticas en vigas



The Frame Assignment - Hinges dialog box is used to assign plastic hinges to frame members. It includes a table for Frame Hinge Assignment Data and a section for Auto Hinge Assignment Data.

Frame Hinge Assignment Data

Hinge Property	Relative Distance
Auto	0
Auto M3	0
Auto M3	1

Buttons: Add, Modify, Delete

Auto Hinge Assignment Data

Type: From Tables in ASCE 41-17
Table: Table 10-7 (Concrete Beams - Flexure) Item i
DOF: M3

Buttons: OK, Cancel, Modify/Show Auto Hinge Assignment Data...

Fuente: Software Etabs

Auto Hinge Assignment Data

Auto Hinge Type
From Tables in ASCE 41-17

Select a Hinge Table
Table 10-7 (Concrete Beams - Flexure) Item I

Degree of Freedom
☐ M2
☒ M3

V Value From
☒ Case/Combo PUSHXX-
☐ User Value V2 tonf

Transverse Reinforcing
☒ Transverse Reinforcing is Conforming

Reinforcing Ratio $(p - p') / p_{balanced}$
☒ From Current Design
☐ User Value (for positive bending)

Deformation Controlled Hinge Load Carrying Capacity
☒ Drops Load After Point E
☐ Is Extrapolated After Point E

OK Cancel

Fuente: Software Etabs

Rotulas plásticas en columnas

Frame Assignment - Hinges

Frame Hinge Assignment Data

Hinge Property	Relative Distance
Auto	0
FH1	0
FH1	1

Add
Modify
Delete

Auto Hinge Assignment Data

Modify/Show Auto Hinge Assignment Data

OK Cancel

Fuente: Software Etabs

Rotulas plásticas en columnas

Auto Hinge Assignment Data

Auto Hinge Type
From Tables in ASCE 41-17

Select a Hinge Table
Table 10-8 and 10-9 (Concrete Columns)

Degrees of Freedom
☐ M2 ☐ P-M2 ☐ Parametric P-M2-M3
☒ M3 ☐ R-M3
☐ M2-M3 ☐ P-M2-M3

Concrete Column Behavior
☒ Not Controlled by Inadequate Development or Splicing
☐ Controlled by Inadequate Development or Splicing

Shear Reinforcing Ratio $p = A_v / (b_w * s)$
☒ From Current Design
☐ User Value

Deformation Controlled Hinge Load Carrying Capacity
☒ Drops Load After Point E
☐ Is Extrapolated After Point E

P Values From
☒ Case/Combo ☐ User Value
 Gravity PESO PROPIO
 Gravity + Lateral PESO PROPIO

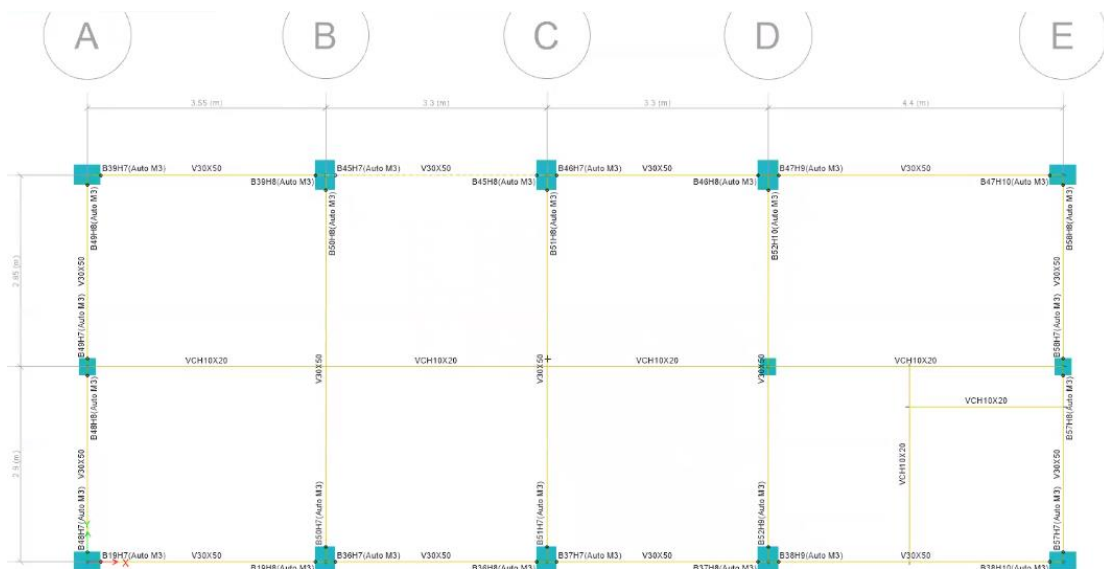
Shear Demand at Flexural Yielding / Shear Capacity (V_yE / V_{coIE})
☒ Program Calculated
☐ User-specified Shear Demand, V_yE
 V_2 V_3
☐ User-specified Ratio, V_yE / V_{coIE}
 V_2 V_3

Shear Reinforcement Spacing Ratio (s/d)
☒ From Current Design
☐ User Value

OK Cancel

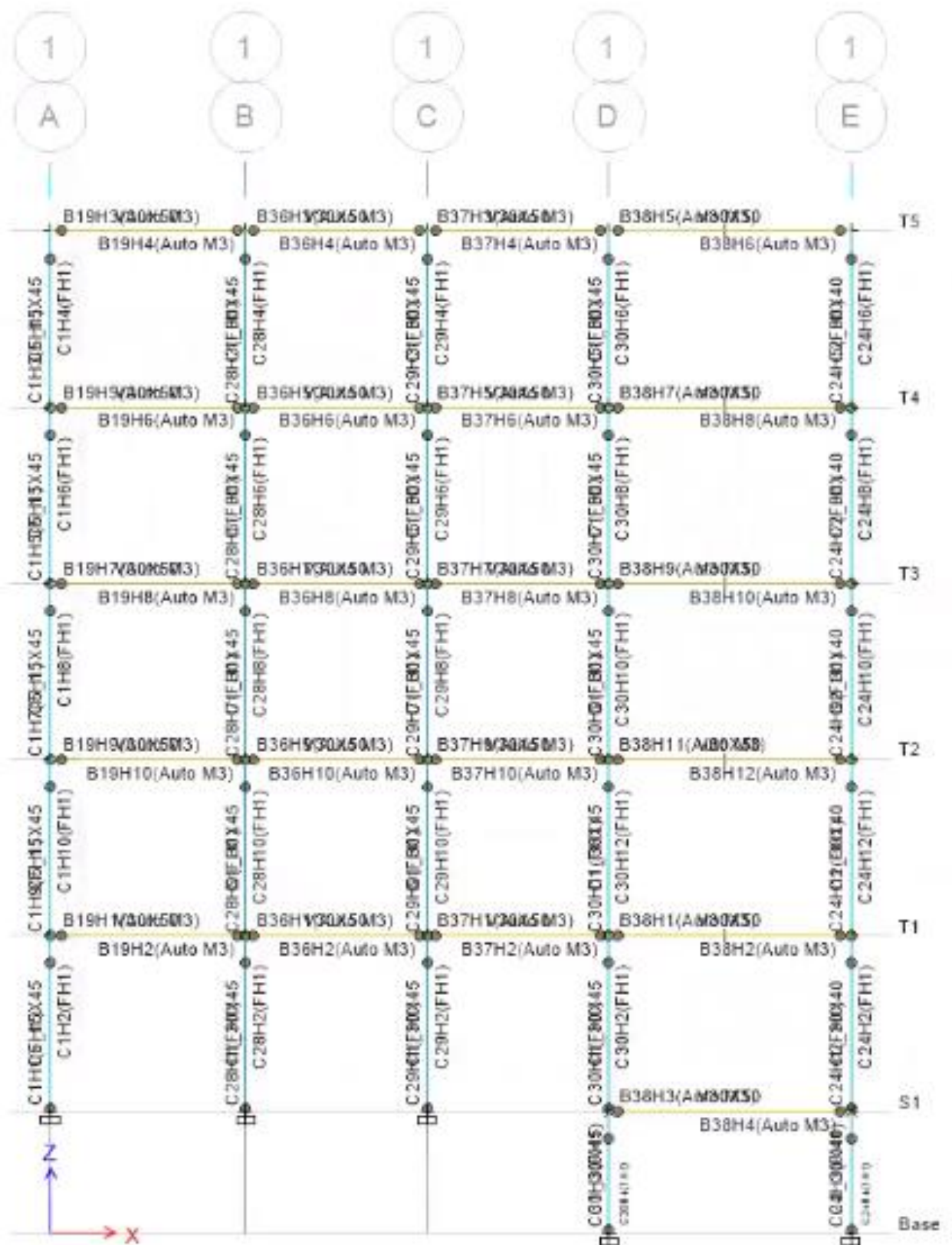
Fuente: Software Etabs

Vista en planta del análisis pushover



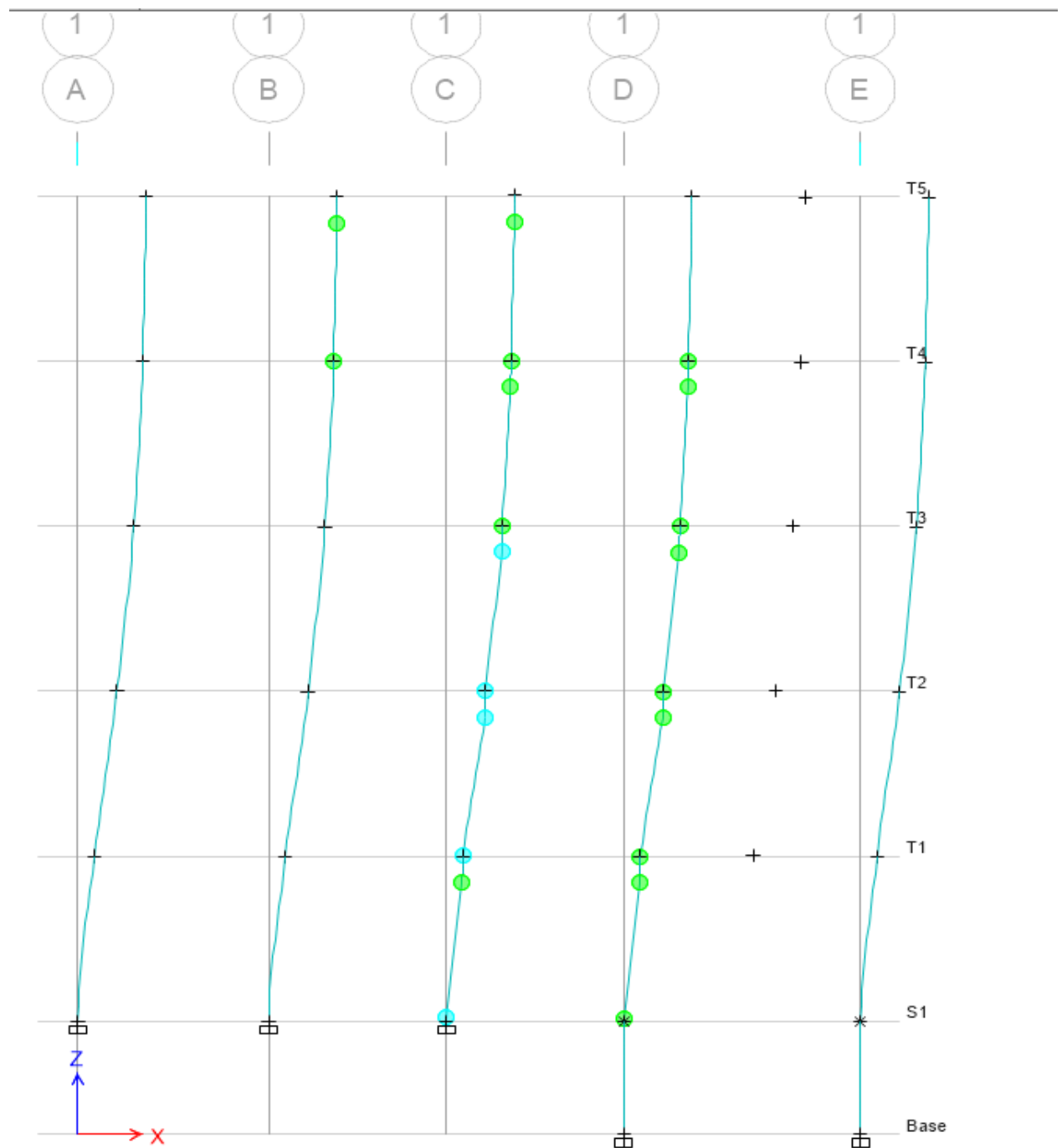
Fuente: Software Etabs

Vista en elevación del análisis pushover



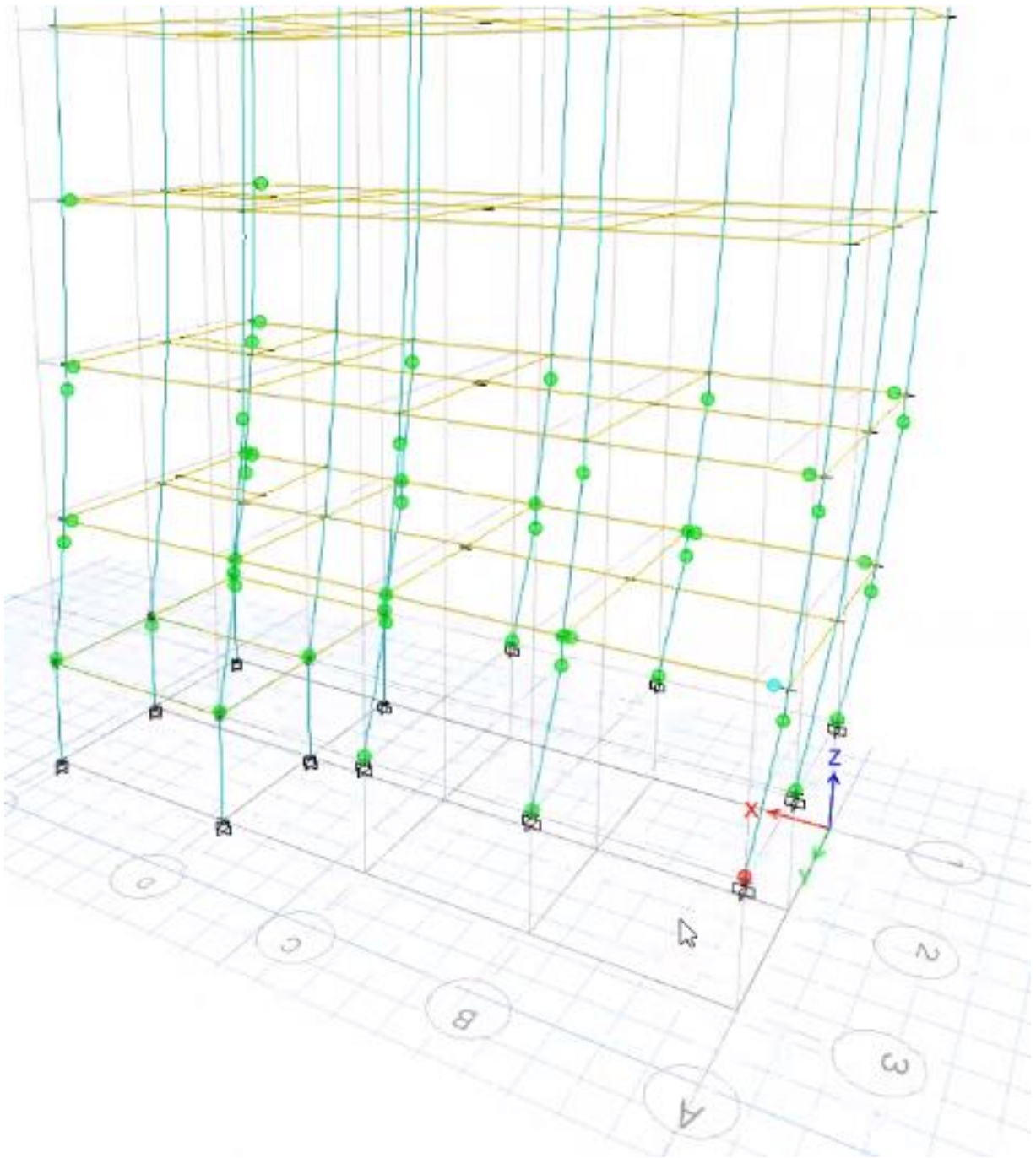
Fuente: Software Etabs

Vista en elevación de las rotulas plásticas



Fuente: Software Etabs

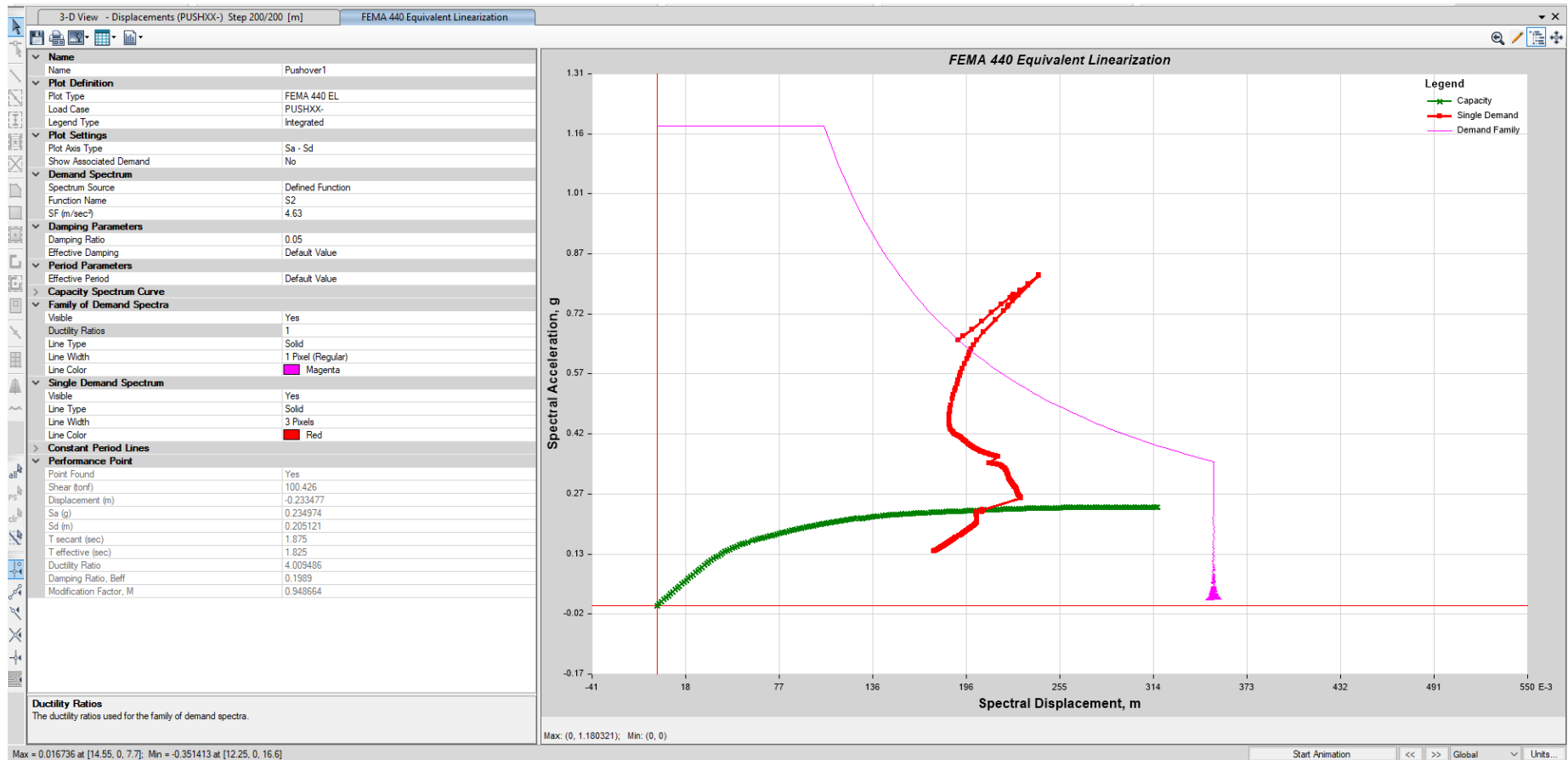
Vista en 3-D de las rotulas plasticas



Fuente: Software Etabs

En la presente figura, se aprecia a través de puntos de color verde la identificación de las rotulas plásticas, donde se aprecia que fallan en columnas y vigas.

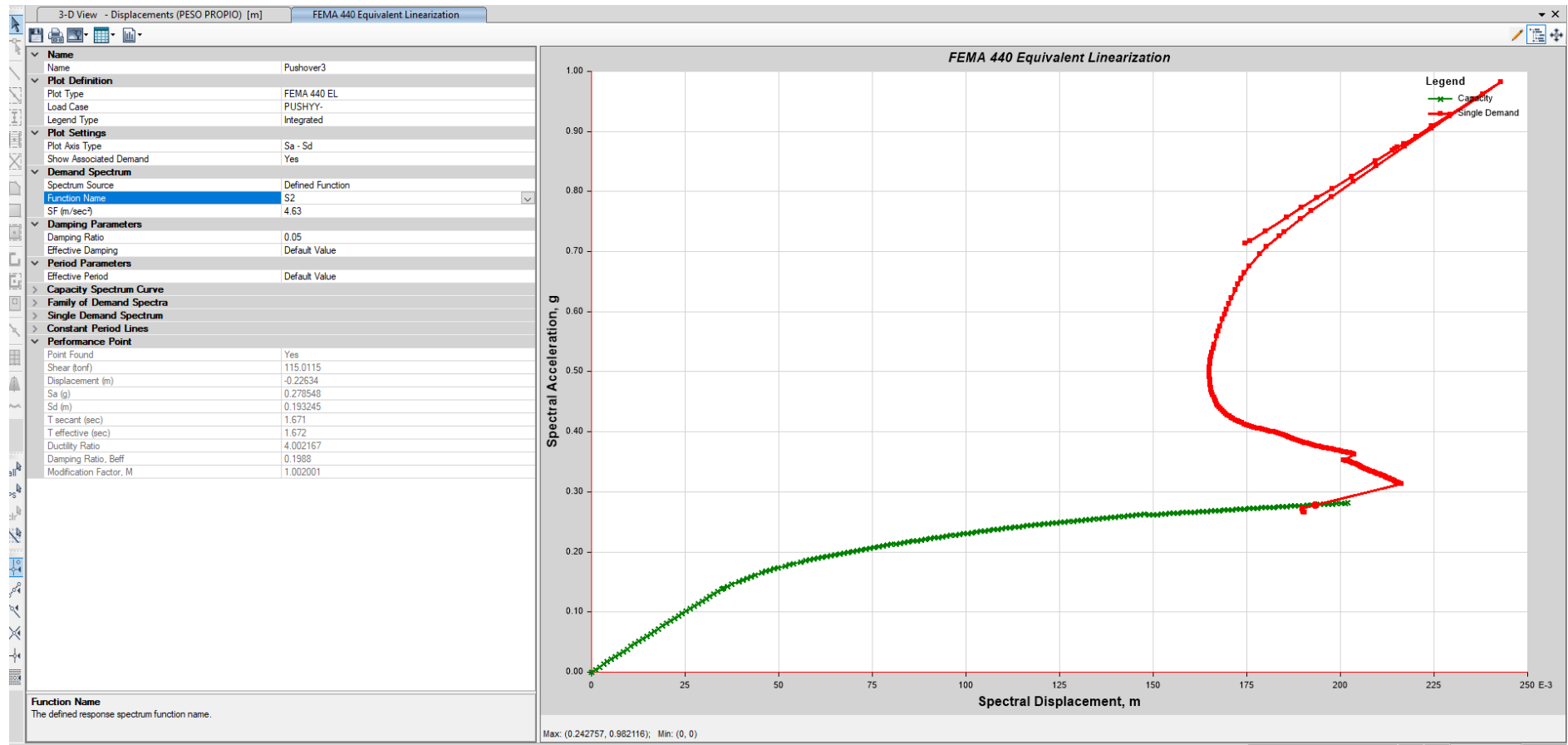
Curva de capacidad en el eje X



Fuente: Software Etabs

La curva de capacidad me determina un desplazamiento de 23.34cm con una fuerza cortante de 100.42Tn.

Curva de capacidad en el eje y



Fuente: Software Etabs

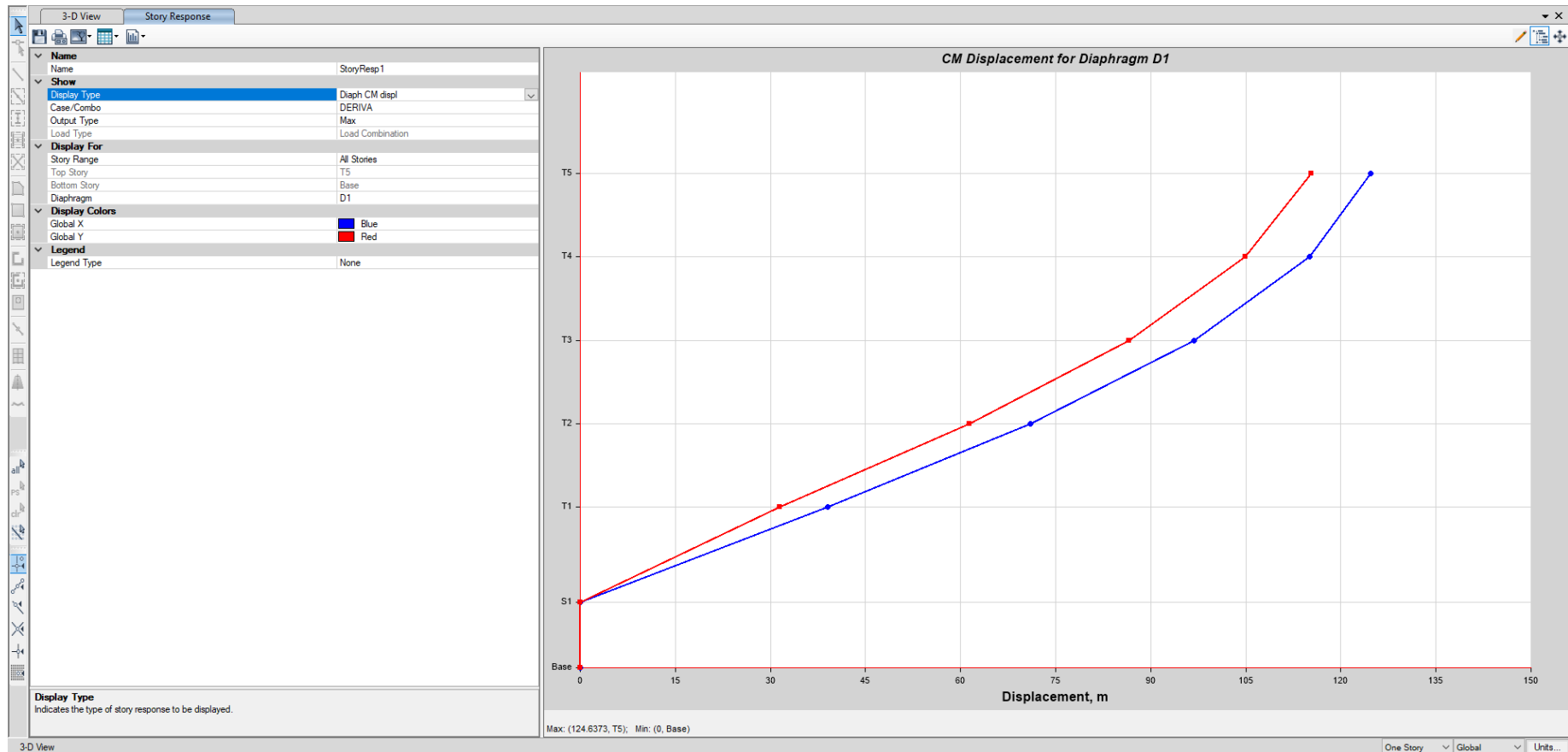
La curva de capacidad me determina un desplazamiento de 22.63cm con una fuerza cortante de 115.42Tn.

Participación modal de masa

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Modal	1	0.747	0.884	0.0034	0	0.884	0.0034	0	0.0007	0.1611	0.0015	0.0007	0.1611	0.0015
Modal	2	0.74	0.0047	0.6965	0	0.8886	0.6998	0	0.1483	0.001	0.1658	0.149	0.1622	0.1674
Modal	3	0.685	3.29E-05	0.1706	0	0.8886	0.8704	0	0.035	0.0001	0.7216	0.184	0.1622	0.8889
Modal	4	0.245	0.0838	1.05E-05	0	0.9725	0.8705	0	0.0001	0.7512	1.60E-05	0.1841	0.9135	0.8889
Modal	5	0.239	1.08E-05	0.0654	0	0.9725	0.9358	0	0.5032	0.0001	0.0223	0.6873	0.9136	0.9112
Modal	6	0.224	0	0.0296	0	0.9725	0.9654	0	0.2082	1.83E-06	0.0612	0.8955	0.9136	0.9725
Modal	7	0.144	0.0203	0	0	0.9928	0.9654	0	0	0.0432	0	0.8955	0.9568	0.9725
Modal	8	0.138	1.77E-06	0.0093	0	0.9928	0.9747	0	0.0217	1.72E-06	0.0105	0.9171	0.9568	0.983
Modal	9	0.13	0	0.0157	0	0.9928	0.9904	0	0.0337	0	0.0099	0.9508	0.9568	0.9929
Modal	10	0.103	0.006	0	0	0.9987	0.9904	0	0	0.0397	0	0.9508	0.9965	0.9929
Modal	11	0.098	0	0.0014	0	0.9987	0.9918	0	0.0085	3.26E-06	0.0041	0.9593	0.9965	0.997
Modal	12	0.091	0	0.0065	0	0.9987	0.9983	0	0.0359	0	0.0018	0.9952	0.9965	0.9988
Modal	13	0.084	0.0013	0	0	1	0.9983	0	0	0.0035	0	0.9952	1	0.9988
Modal	14	0.08	0	0.0002	0	1	0.9985	0	0.0005	0	0.0009	0.9958	1	0.9997
Modal	15	0.072	0	0.0015	0	1	1	0	0.0042	0	0.0003	1	1	1

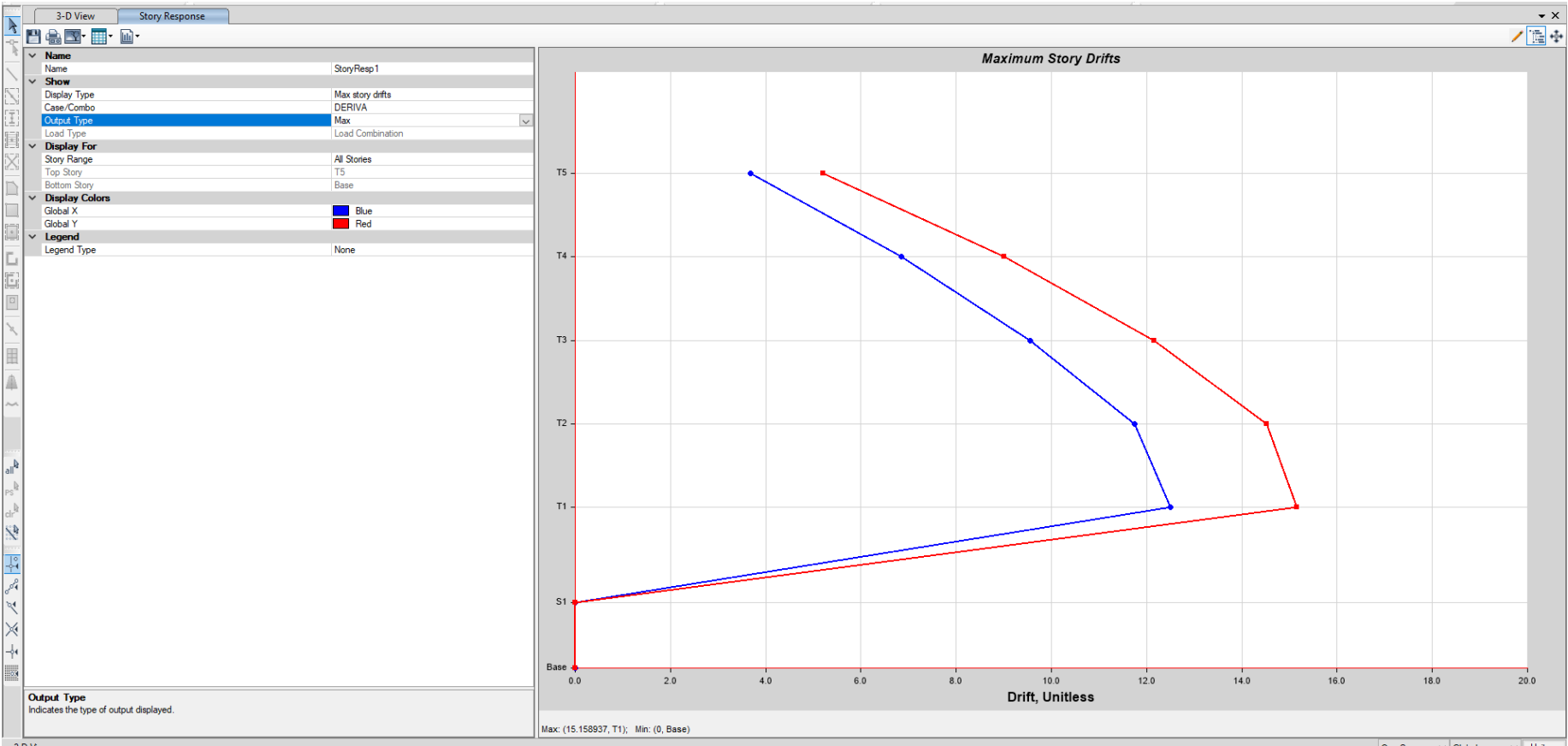
Fuente: Software Etabs

Desplazamientos laterales en x



Fuente: Software Etabs

Desplazamientos laterales en y



Fuente : Software Etabs

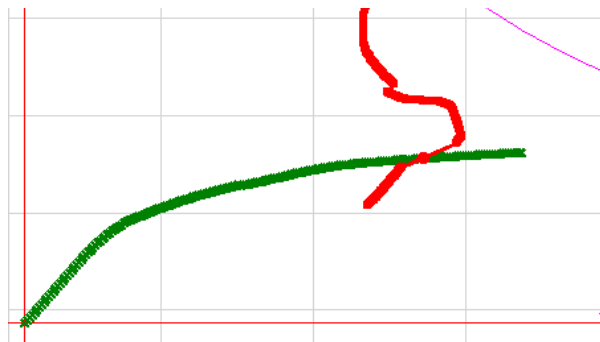
Análisis de resultados

1. Respecto a las derivas, tanto en el eje X como en el eje Y estas superan el límite de desplazamiento que es 0.007; por lo tanto, se requiere evaluar las dimensiones de las columnas y/o vigas.
2. Respecto a las rotulas plásticas, se ha identificado 37 rotulas entre vigas y columnas, con mayor presencia desde el primer nivel hasta el cuarto nivel de la estructura, donde en el eje Y empiezan a fallar las columnas y en el eje X empiezan a fallar las vigas.
3. Respecto al nivel de desempeño

En el eje X, se presenta que la falla es en las columnas y el nivel de desempeño que presenta es el estado de PRE – COLAPSO ya que según la fórmula de VISION2000.

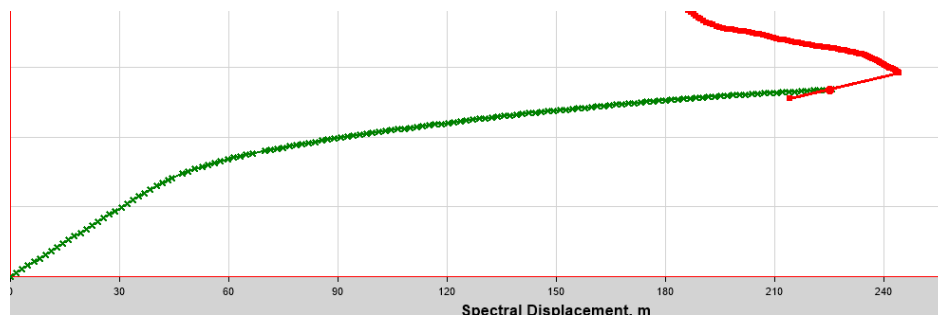
$$23.34/14.95 = 1.54 \leq 2.00 \text{ (Visión2000)}$$

Falla en columnas

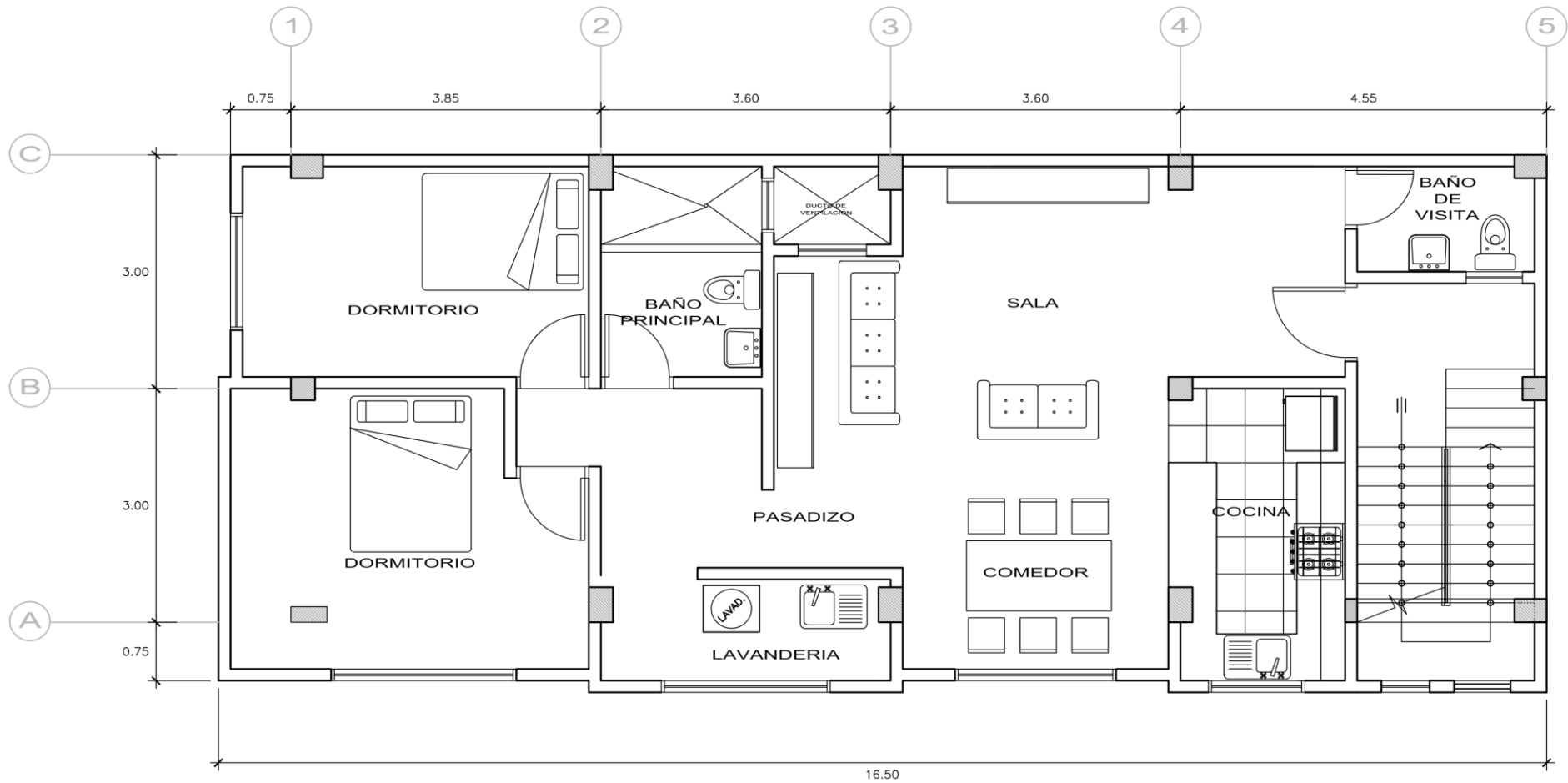


De igual manera, en el eje Y se presenta una falla en las vigas llegando a la finalidad que esta está en el rango de PRE – COLAPSO según Vision2000.

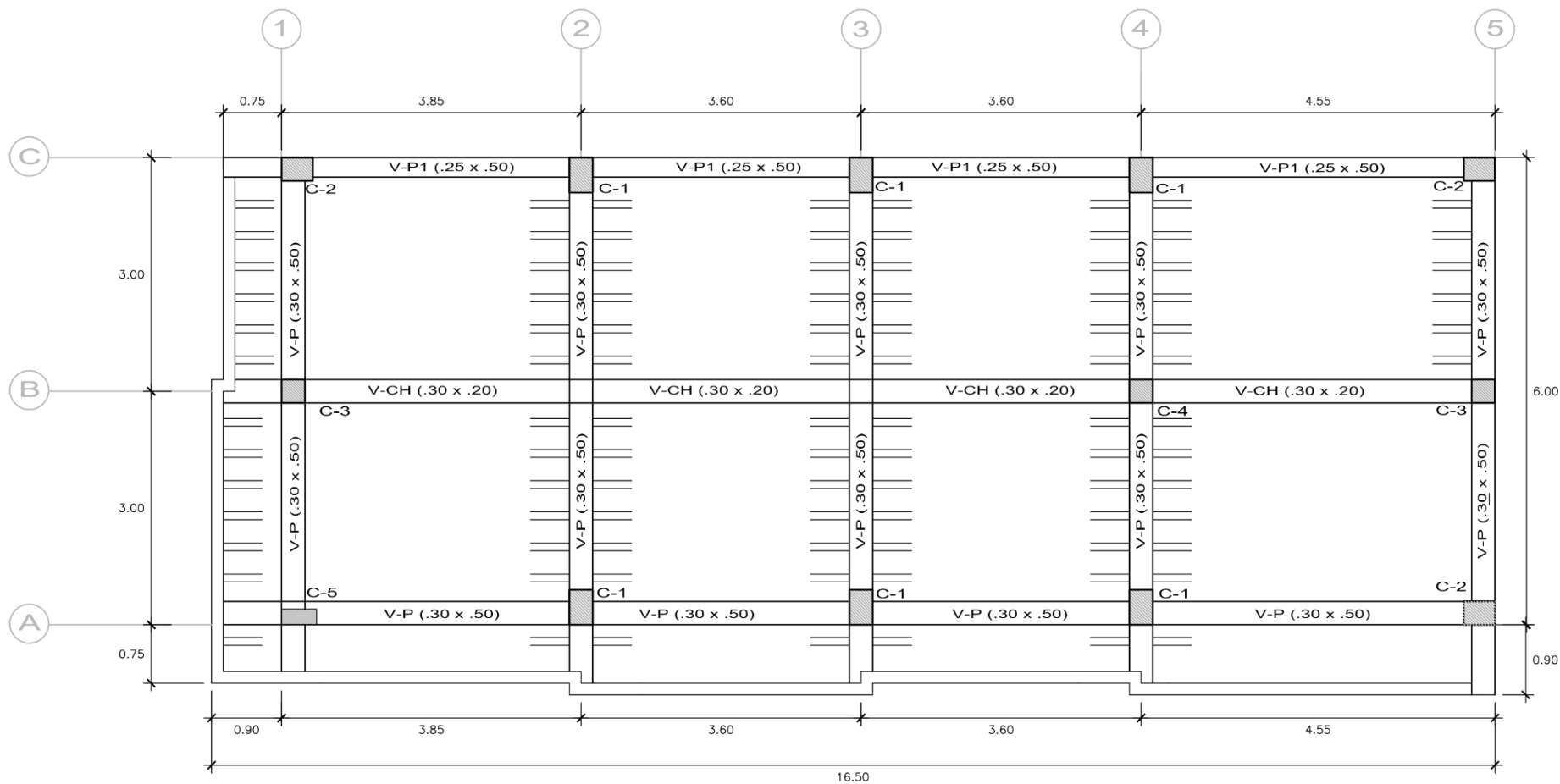
Fallas en vigas



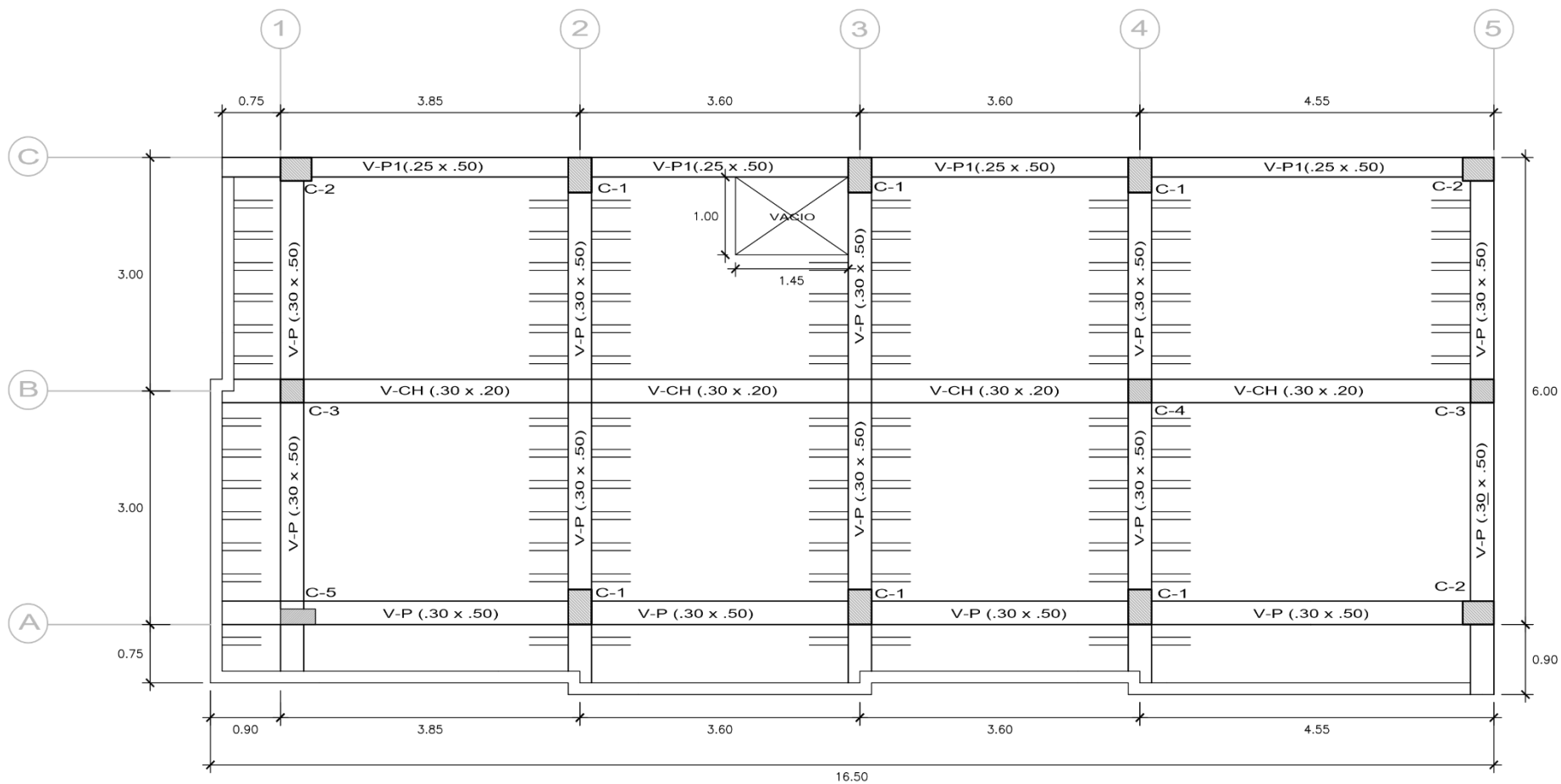
Anexo 4: Planos



PROPIETARIO:		DPTO.	LIMA
Sr. HUGO TRUJILLO VILLAVICENCIO		PROV.:	LIMA
		REVISION:	ING. G.R.T.V
ESPECIALIDAD:	ARQUITECTURA	UBICACION:	MZ. 108 LOTE 1 GRUPO 2 SECTOR "C" HUASCAR
DESCRIPCION:	PLANTA 1° PISO	DISTRITO:	SAN JUAN DE LURIGANCHO
PROYECTO:	VIVIENDA MULTIFAMILIAR	PROFESIONAL:	VALERIA OLENKA VILA TRUJILLO
		DIBUJO:	V.O.V.T
		ESCALA:	1 : 75
		FECHA:	AGOSTO 2020



PROPIETARIO:		DPTO.	LIMA
Sr. HUGO TRUJILLO VILLAVICENCIO		PROV.:	LIMA
		REVISION:	ING. G.R.T.V
ESPECIALIDAD:	ESTRUCTURAS	UBICACION:	MZ. 108 LOTE 1 GRUPO 2 SECTOR "C" HUASCAR
DESCRIPCION:	PLANTA 1° PISO	DISTRITO:	SAN JUAN DE LURIGANCHO
PROYECTO:	VIVIENDA MULTIFAMILIAR	PROFESIONAL:	VALERIA OLENKA VILA TRUJILLO
		DIBUJO:	V.O.V.T
		ESCALA:	1 : 75
		FECHA:	AGOSTO 2020



PLANTA 2°,3°,4° y 5° PISO

ESC. 1 / 75

PROPIETARIO:		DPTO.	LIMA
Sr. HUGO TRUJILLO VILLAVICENCIO		PROV.:	LIMA
		REVISION:	ING. G.R.T.V
ESPECIALIDAD:	ESTRUCTURAS	UBICACION:	MZ. 108 LOTE 1 GRUPO 2 SECTOR "C" HUASCAR
DESCRIPCION:	PLANTA 2-5 PISO	DISTRITO:	SAN JUAN DE LURIGANCHO
PROYECTO:	VIVIENDA MULTIFAMILIAR	PROFESIONAL:	VALERIA OLENKA VILA TRUJILLO
		DIBUJO:	V.O.V.T
		ESCALA:	1 : 75
		FECHA:	AGOSTO 2020